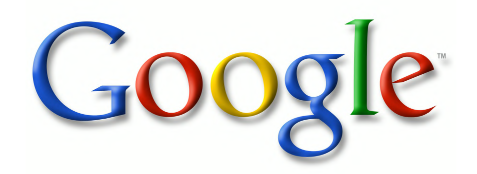
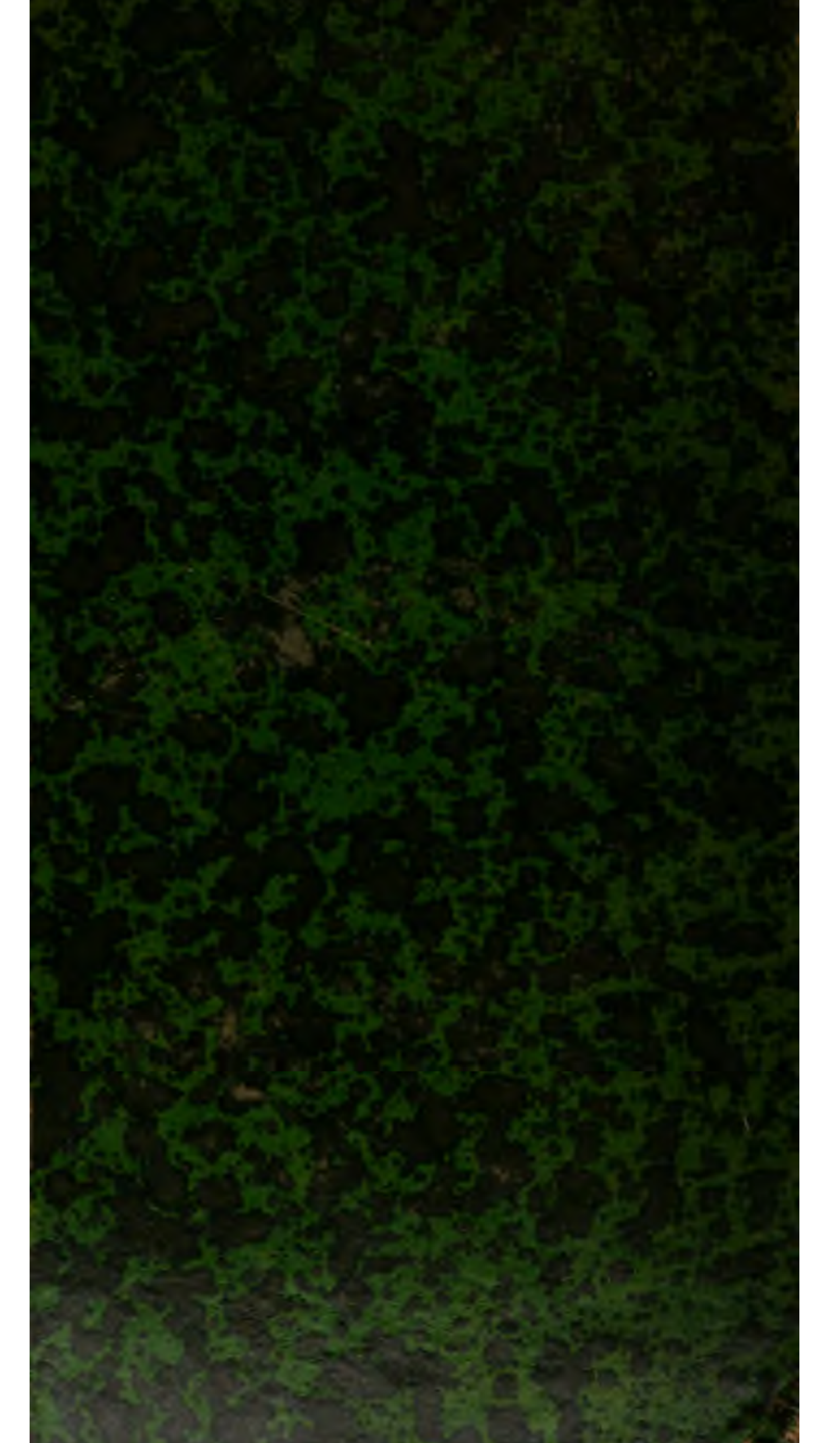

Google




Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid
BMC


NATURWISSENSCHAFTLICHE LEHRBÜCHER

LEHRBUCH

DER

NIEDEREN KRYPTOGAMEN

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG

DERJENIGEN ARTEN, DIE FÜR DEN MENSCHEN VON BEDEUTUNG SIND ODER IM HAUSHALTE DER NATUR EINE HERVORRAGENDE ROLLE SPIELEN.

VON

PROF. DR. FRIEDRICH LUDWIG.

MIT 13 FIGUREN (IN ETWA 130 EINZELBILDERN).

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1892.
Printed in Germany

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart

Vorwort.

In dem vorliegenden Werke ist der Versuch gemacht worden, Alles, was über die niederen Kryptogamen allgemein wissenswerth erscheint, nicht nur rein botanisches, sondern nach irgend einer Richtung hin auch praktisches Interesse hat, zu einem Buche zusammenzufassen. Dasselbe ist hiernach in erster Linie für alle Studirenden berechnet, bei deren Studien Kryptogamen in Frage kommen, z. B. für die der Medizin, Pharmacie, des Forstfaches, der Landwirthschaft, für die Schüler der Brautechnik etc., sowie für alle Vertreter dieser Disciplinen; es ist aber auch geschrieben für den Lehrer höherer Schulen, dem eine Kenntniss der wichtigsten Kryptogamen heutzutage unerlässlich sein dürfte, der aber, um aus dem Vollen schöpfen zu können, ein solches Lehr- und Handbuch unbedingt nöthig hat, und es möchte Eingang finden bei Allen, die die Kryptogamen oder einen Theil derselben zu ihrem Lieblingsstudium gemacht haben. Denn für die Letzteren gilt, was Karl Müller in seiner „Moosflora Deutschlands“ ausgesprochen hat: Sich im Kleinen zu verlieren mit dem Blick aufs Ganze, ist allein die wahre Naturforschung.

Wer die Riesenlitteratur der Gegenwart kennt, welche gerade auf dem Gebiete der niederen Kryptogamen mehr denn irgendwo stetig wächst, der wird die Arbeit zu würdigen wissen, welche dem Verfasser, der in fast allen Gebieten der niederen Kryptogamen selbst litterarisch thätig war, bei dem Schreiben des Buches erwuchs, das ein richtiges Bild des gegenwärtigen Wissens über die Kryptogamen geben dürfte.

Von den grösseren Specialwerken wurden u. A. benutzt: Saccardo, Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum; Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz; Cohn-Schröter, Kryptogamenflora von Schlesien, denen ein Theil der Diagnosen entnommen wurde; ferner: Baumgarten, Lehrbuch der pathologischen Mykologie und des gleichen Verfassers Bakteriologische Jahresberichte; Eisenberg, bakteriologische Diagnostik etc. Von der Tageslitteratur wurde nicht allein die wissenschaftlich-botanische — von letzterer auch die englische, französische, italienische, schwedische, dänische, amerikanische und englisch-indische —, sondern auch die Fachlitteratur (über Gährungstechnik, Landwirthschaft, Forstwesen, Hygiene und medizinische Litteratur) herangezogen. — Von den Figuren wurden Fig. 9 von Herrn Oberlehrer Dr. P. Dietel in Leipzig, Fig. 1, 3, 6, 10 von Herrn Dr. med. Karl Christel in Berlin ausgeführt.

Greiz, Ostern 1892.

Prof. Dr. F. Ludwig.

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Kreis: Pilze.

II. Abtheilung: **Schleimpilze (Myxomycetes).**

III. Abtheilung: **Fadenpilze (Eumycetes).**

I. Klasse: Phycomycetes.

II. Klasse: Hemiasci.

III. Klasse: Ascomycetes.

IV. Klasse: Hemibasidien oder Ustilagineen, Brandpilze.

V. Klasse: Basidiomycetes.

A. Protobasidiomycetes.

B. Autobasidiomycetes.

II. Kreis: Algen oder Tange.

I. Klasse: Schizophyceen, Spalt- oder Blautange.

Abbildungen.

Einleitung.

Die Gewächse oder Pflanzen werden seit Linné in die beiden grossen Abtheilungen der Phanerogamen oder Blüthenpflanzen (Anthophyten) und der Kryptogamen oder Sporenpflanzen gebracht. Hiervon pflanzen die ersteren sich durch Samen (mit Samenschale, Sameneiweiss und dem Keimling oder Embryo) fort, welche infolge Befruchtung der Samenknospen durch die Pollenschläuche des Blüthenstaubes gebildet werden. Die Pollen erzeugenden Staubgefässe und die Samenknospen bildenden Fruchtblätter (welche bei den Monocotyledonen und Dicotyledonen zum Fruchtknoten vereinigt sind) bilden das Innere der (meist noch mit Blumenblättern und Kelchblättern versehenen) Blüthe. — Bei den Kryptogamen oder Sporenpflanzen sind die Fortpflanzungsorgane dagegen einfache Zellen, die Sporen, welche theils geschlechtlichen Ursprung haben, theils ungeschlechtlich gebildet werden. Blüthen im gewöhnlichen Sinne giebt es nicht bei ihnen.

Die den Phanerogamen zugehörigen Pflanzen zerfallen in die drei Kreise der Gymnospermen, Monocotyledonen, Dicotyledonen; die der Kryptogamen in Algen und Pilze (beide werden als Thallophyten zusammengefasst), Bryophyten (Moose) und Pteridophyten (Farngewächse).

Von ihnen werden in den folgenden Kapiteln besonders die Pilze und Algen und die später näher zu definirenden Flechten behandelt werden, weil sie durch ihre Lebensäusserungen und Wirkungen das Interesse und die Beachtung des Menschen allenthalben fordern.

Kryptogamen oder Sporenpflanzen.

I. Kreis: Pilze (Fungi).

§ 1. Hierher werden alle chlorophyllfreien, den grünen Farbstoff (Chlorophyll) nicht enthaltenden Kryptogamen gerechnet. Sie zerfallen in die folgenden Abtheilungen:

1. Spaltpilze, Schizomycetes,
2. Schleimpilze, Myxomycetes,
3. Hyphenpilze, Eumycetes,

von denen letztere wieder in die Unterabtheilungen der Algenpilze (Phycomyceten), Mittelpilze (Mesomyceten mit Hemiasceen und Hemibasidieen oder Ustilagineen) und höheren Pilze (Mycomyceten mit Ascomyceten und Basidiomyceten) zerfallen.

I. Abtheilung.

Die Bakterien oder Schizomyceten (Spaltpilze).

§ 2. Sehr winzige, meist nur durch die stärksten Vergrösserungen (Immersionssysteme etc.) und nach Färbung erkennbare einzellige Pilze ohne eigentliche Mycelbildung und ohne echtes Spitzenwachsthum und echte Astbildung, von kugeliger, elliptischer, linealischer, Faden-, Komma-, Schrauben-Gestalt, beweglich oder unbeweglich. Durch fortgesetzte Zweitheilung wie durch endogene Sporenbildung („Arthrosporen") sich sehr rasch vermehrende Organismen.

Nach ihrer mikroskopischen Formgestaltung werden die Bakterien eingetheilt in

I. Kokken, mit kugligen unbewegten Zellen ohne Endosporen oder mit einzelnen Endosporen in der Zelle.

Einzeln auftretende oder unregelmässig zusammen-

gehäufte Zellen: Micrococcus; Zellen zu zweien verbunden: Diplococcus; Zellen zu Perlschnüren vereinigt: Streptococcus. — Sind die Zellen von festen Gallerthüllen umgeben, so heissen die Formen: bei einzelnem Vorkommen der Zellen in der Hülle: Hyalococcus, bei packetförmiger Anordnung: Sarcina, bei kettenförmiger Anordnung der eingebetteten Zellen: Leuconostoc etc.

II. Formen mit mehr oder weniger stäbchenförmigen oder länger gestreckten Zellen.

Ohne Gallerthülle: Kleine elliptische Zellen: Bacterium; schmal stäbchenförmige Zellen mit endogener Sporenbildung: Bacillus; starre, lebhaft bewegte Schraubenfäden: Spirillum; längere biegsame Schraubenfäden: Spirochaete. In Gallerte: gewundene Zellen: Myconostoc; Stäbchen: Cystobacter.

III. Bakterien, die lange Fäden bilden, welche meist von einer Scheide umgeben sind.

Fäden unverzweigt: unbewegt ohne innere Sporenbildung: Leptothrix, mit vielen Scheiden und innerer Sporenbildung: Crenothrix, bewegt: Beggiatoa; Fäden verzweigt, frei: Cladothrix, mit Schleimhüllen: Sphaerotilus; Fäden am Ende keulig verdickt: Actinomyces.

Nach dem makroskopischen Auftreten der Bakterienkolonieen („Zooglöen“, wenn in Gallerte eingebettet) unterschied man noch Staphylococcus (Traubenkokken) etc. Physiologisch übereinstimmende Arten hat man gleichfalls häufig durch einen besonderen Gattungsnamen ausgezeichnet, wie z. B. Photobacterium, Urobacillus etc.

Die Begriffe von Gattung und Art sind bei diesen niederen Organismen verworrener denn sonstwo im Reiche der Pflanzen. Die Namen Micrococcus, Bacillus etc. haben nach Zopf u. A. keine andere Bedeutung als die der Formgenera. Die langfädigen Bakterien Leptothrix, Cladothrix etc. können selbst Mikrokokken, Bacillen etc. als Entwicklungsformen hervorbringen. Winogradski und die meisten Schüler Koch's haben den Polymorphismus der Bakterien in dem Umfang, in welchem ihn Zopf u. A. behauptet haben, in Abrede gestellt und glauben in den einzelnen pathogenen etc. Spaltpilzen gute Arten in ihrer ganzen Formentwicklung vor sich zu haben. Hierzu ist jedoch das Folgende zu bemerken. Zunächst ist durch die bisherigen Untersuchungen

keineswegs bewiesen, dass die aus den verschiedenen Kulturen bekannten Formen ein und desselben Spaltpilzes die einzigen Entwicklungsformen der betreffenden Arten sind. Auch Hefeconidien und Oidien lassen sich in Kulturen durch beliebige Generationen züchten, ohne dass eine andere Entwicklungsform entstände, als wieder Hefen oder Oidien, und doch lassen sich diese Formen — die unter einander charakteristische specifische Unterschiede zeigen — züchten aus den verschiedensten höheren Pilzen. Viele Basidiomyceten und Ascomyceten erzeugen in gewissen Nährsubstraten Oidien oder Hefeconidien, ohne dass sich umgekehrt durch die üblichen Methoden daraus wieder die typischen Entwicklungsformen züchten liessen. Oidien und Hefeconidien gehören als — gewissermassen degenerirte — Entwicklungsformen zu höheren Pilzen. Zwischen den Oidien und Hefen einerseits und den Bakterien andererseits besteht aber so viel Aehnlichkeit, dass man die winzigsten Oidienketten und die Ketten grösserer Spaltpilze morphologisch kaum wird unterscheiden können, auch die endogene Sporenbildung bildet keinen Unterschied, sie findet sich gelegentlich bei Oidien und mehr oder weniger regelmässig bei den Hefeconidien (Saccharomyceten). Es liegt daher der Gedanke nahe, einen Theil der „Bakterien“ als — degenerirte — Entwicklungsformen höherer Pilze (oder Algen, vgl. die Schizophyceen) zu betrachten. Der Beweis wäre hierfür erst zu erbringen, wie er durch Brefeld u. A. für die Hefeconidien und Oidien erbracht ist. Auch eine andere Analogie zwischen den genannten Entwicklungsgliedern der höheren Pilze und den Bakterien besteht noch — die hohe und leichte Anpassungsfähigkeit und Umzüchtbarkeit. Aus virulenten pathogenen Bakterien lassen sich durch geeignete Kulturveränderung nicht virulente, aus phosphorescirenden dunkle, aus chromogenen (B. der blauen Milch etc.) solche züchten, die diese Eigenschaften nicht mehr haben, aus sporenerzeugenden „asporogene“. Ganz Gleiches ist bei den Hefen und Oidien in der Neuzeit erreicht worden. In vielen Fällen lassen sich ja dann durch Zuchtwahl die alten Eigenschaften wieder erlangen, die ursprünglich pathogenen Bakterien werden wieder pathogen etc., in anderen Fällen ist aber diese alte Eigenschaft nicht wieder zu erwerben, wie dies gleichfalls Hansen für Hefen erwiesen hat. Wir können demnach nie zwei Formen von Bakterien, und wenn sie die charakteristischsten Unterschiede aufweisen, mit Bestimmtheit als verschiedene Arten betrachten, denn wer sagt uns denn, dass sie nicht erst vor Monaten und Wochen aus derselben Zelle entstanden sind.

Auch bezüglich der specifischen Anpassung, die erhalten bleibt, so lange die Kulturbedingungen dieselben bleiben, besteht eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit zwischen Bakterien einer- und Hefen und Oidien andererseits. Die allerverschiedensten chemischen Wirkungen sind an die einzelnen Hefen- und Bakterien-„Arten" gebunden, besonders wenn sie aus einer Kultur in die andere Spuren des Nährsubstrates mitbekommen. Die Ausscheidung bestimmter Gifte (pathogene Oidien etc.), die Erzeugung bestimmter anilinähnlicher Farben, der Lichtwirkungen, der Eiweisszersetzungen, Gährungen etc. sind nicht das Auffälligste, sondern bei den Vertretern ein und derselben physiologischen Gruppe, z. B. bei den verschiedenen Erregern der Alkoholgährung (Hefen, Oidien, Bakterien) die Verschiedenheit der Produkte. Der Geschmack verschiedener Biersorten ist nach Hansen, das Bouquet der Weinsorten nach Rommier an specifische Hefesorten, der Geruch und Geschmack des Rauchtabaks nach Suchsland an specifische Bakterien gebunden, welche zur Tabakfermentation benutzt werden, während die Materialien selbst (Malz, Trauben-, Tabaksorte) dabei nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen.

Liegt so die Möglichkeit vor, dass ein Theil unserer heutigen Bakterien Entwicklungsformen höherer Formen der Kryptogamen (Algen und Pilze) darstellt, so schliesst sich ohne Zweifel ein anderer Theil der heutigen Bakterien an die niedersten Thiere (Monaden etc.) an.

Babes, Ernst, Bütschli, Wahrlich u. A. haben neuerdings gefunden, dass die Bakterien ebenso wie die höheren Pflanzen Zellkerne mit den charakteristischen Theilungsfiguren etc. haben, dass ihr protoplasmatischer Inhalt aus einer Grundsubstanz von wabenförmiger Struktur, dem Linin, und in den Waben aus intensiv färbbaren Körnern einer zweiten Substanz, des Chromatins, besteht. Aussen tragen die Bakterienzellen häufig einzelne Geisseln oder, wie Proteus vulgaris, ganze Büschel von Geisseln, die aber nicht wie die Cilien anderer Kryptogamen Protoplasmafortsätze oder Bewegungsorgane, sondern filamentöse Verlängerungen der Bakterienmembran sein dürften.

Pathogene Bakterien.

§ 3. Bacillus Anthracis Cohn, der Milzbrandbacillus, ist einer der auffälligsten und bestgekannten pathogenen Schizomyceten, der zuerst 1850 von Rayer (Mém. de la Soc. de Biol. T. II. 1850.

Paris 1851, p. 141) beschrieben, 1863 von Davaine als Urheber des Milzbrandes erkannt, näher besonders von Rob. Koch 1876 und Pasteur 1877 etc. untersucht worden ist.

Die vegetativen Zellen des Milzbrandbacillus sind stäbchenförmig, 3—6 μ lang und 1—1,5 μ breit. Im Körper bleiben die Theilstücke zu kürzeren oder längeren Stäbchen vereinigt, in künstlichen Nährlösungen (Bouillon bei 36°) zu sehr langen, gerade oder wellig verlaufenden Fäden, welche sich vielfach verschlingen und zu Garben oder perrückenartigen Bündeln vereinigen. Die charakteristische Gliederung tritt deutlich bei Anwendung kernfärbender Anilinfarben, wie Bismarckbraun und Vesuvin, hervor. Die Stäbchen und Fadenglieder erscheinen am Ende scharf abgeschnitten, das Ende ist leicht kolbig angeschwollen, durch eine Ebene abgegrenzt, welche nach der Mitte hin grubig einsinkt. Die Verbindungsfläche besitzt etwa die Form eines tiefen Tellers. (Scharfkantige Absetzung der Schmalseite findet sich auch bei anderen Bakterien, nicht aber mit kolbiger Verdickung und tellerförmiger Endfläche.) Die Heubacillen, Bacillus subtilis (Ehrenberg) aus Heuinfus, die oft mit den Milzbrandbacillen verwechselt werden, besitzen dagegen eiförmig abgerundete Endstücke. — In künstlichen Kulturen werden vom B. Anthracis eiförmige, in der Richtung der Längsaxe auskeimende Sporen bei reichlicher Sauerstoffzufuhr zwischen 18° und 34° (bis 43°) gebildet; am besten geht die Sporenbildung bei 30° vor sich. Die Milzbrandbacillen nehmen Gram'sche Doppelfärbung an. Bleiben sie dabei zu lange in der Jodlösung, so ballt sich der Inhalt zu rundlichen Klümpchen, den falschen Milzbrandkokken, zusammen. Sie gedeihen zwischen 12° C. und 45° C. auf allen Nährböden der Laboratorien, wie auch in Heuinfus, auf amylumhaltigen Stoffen, saftreichen Wurzeln, in alkalischem Harn etc. Bei ihrer grossen Sauerstoffgier (doch sind sie nicht wie die Heubacillen streng aërobiontisch) können sie daher als Saprophyten im Freien gedeihen (sind nur fakultative Parasiten). Besonders charakteristisch ist die Gelatine-Stichkultur. Bei Zimmertemperatur bilden die Milzbrandbacillen vom zweiten Tage an einen aus kleinen weisslichen Pünktchen bestehenden Faden längs des Impfstichs, der bald allseitig hyphenähnliche Fortsätze senkrecht in die Gelatine hineinsendet, so dass der Impfkanal bald einer „behaarten Raupe“ einigermassen gleicht, doch nehmen die borstlichen Auszweigungen nach der Tiefe zu ab. Vom dritten und vierten Tage an beginnt die Ver-

flüssigung des oberen Gelatinecylinders, in der sich die Bakterien als wolkig-fädiger Belag zu Boden setzen, während die borstige Figur in der nicht verflüssigten Gelatine bleibt. (Die gewöhnlichen Heubacillen, B. subtilis, bilden dagegen einen trichterförmigen, glatten, nicht borstlichen Sack in der Richtung des Stichkanals und in der Verflüssigungsschicht der Oberfläche eine faltig-runzliche Haut.) In der Plattenkultur bilden die Milzbrandbacillen anfangs rundliche Kolonieen, die bei schwacher Vergrösserung aus haarlockenartigen Fadenverbänden zu bestehen scheinen, mit grünschwarzem dunklem Centrum und hellgraubräunlicher Umsäumung, später lagern sie als unregelmässig begrenzte weissliche Häutchen in den Verflüssigungsgrübchen der Gelatine; auf Agar-Agar entstehen leicht abziehbare grauweisse Decken, auf Kartoffeln grauweisse, unebene, hervorragende, auf die Impfstelle beschränkte, trockene Kolonieen mit zackigen Rändern.

Die Milzbrandsporen können jahrelang eingetrocknet liegen, werden in 5% Carbolsäure oft nach 37 Tagen noch nicht getödtet, gehen in 140° C. heisser Luft erst nach dreistündigem Aufenthalt zu Grunde und müssen in Flüssigkeiten 10—15 Minuten gekocht werden, um ihre Lebensfähigkeit zu verlieren. Im Magensaft werden die Bacillen getödtet, nicht aber die Sporen.

Den hauptsächlich durch Rob. Koch ermittelten Lebensbedingungen der Milzbrandbacillen nach sind hauptsächlich zwei Arten der Milzbrandinfection zu unterscheiden, der Darmmilzbrand, welcher bei Thieren durch die Fütterung entsteht, und der Impfmilzbrand, der durch Verimpfung in Hautwunden, Wunden der Athmungs- oder Speisewege zu Stande kommt. Da die Bacillen im Magensaft getödtet werden, kann der erstere nur durch Sporen zu Stande kommen, welche mit der Nahrung in den Darm gelangen.

Der Milzbrand (Anthrax, charbon, sang de rate) ist eine weit verbreitete Krankheit, die besonders unter den Viehheerden oft in sehr gefährlicher Weise auftritt und den Viehzüchtern beträchtlichen Schaden zufügt. Am häufigsten werden Schafe, Ziegen, Rinder, Pferde vom Milzbrand spontan befallen, während Hunde, (weisse) Ratten, die meisten Vögel, Thiere veränderlicher Bluttemperatur völlig immun sind. Kaninchen, Hasen, Meerschweinchen, Mäuse sind für den Wundmilzbrand leicht empfänglich, immun dagegen für den Fütterungsmilzbrand (Milzbrandsporen), daher ist ihnen unter natürlichen Verhält-

nissen der Milzbrand fremd. Wenig empfänglich für den Fütterungsmilzbrand ist auch das Pferd, für den Milzbrand überhaupt das Schwein. Umgekehrt sind Kühe für den Impfmilzbrand wenig, sehr für den Fütterungsmilzbrand empfänglich. Nach Pasteur sind (gegen den Impfmilzbrand) die französischen Rinder und algerischen Schöpse völlig immun, während die französischen Schöpse und algerischen Rinder daran zu Grunde gehen.

Der Sitz der Milzbrandbacillenvermehrung im Körper ist ausschliesslich das Blut, besonders der Milz, aber auch der Lunge, Leber, Nieren, Lymphdrüsen (in den Muskeln kommen sie nicht vor). Bei Thieren endet die Krankheit meist tödtlich, bei Mäusen nach drei, Meerschweinchen nach vier Tagen (ohne Schutzimpfung). Beim Menschen ist sie dagegen wohl in den meisten Fällen heilbar.

Beim Menschen tritt der Milzbrand besonders auf als Anthrax-Carbunkel (Pustula maligna), Hautmilzbrand, und als Darmmilzbrand. Er kann zunächst übertragen werden in Wunden von den Sekreten etc. der am Milzbrand gefallenen Thiere. Ein Mädchen erkrankte, nachdem es mit Milzbrandblut befleckte Stiefeln geputzt, ein Mann, nachdem er einem anderen, der mit milzbrandverendetem Vieh beschäftigt gewesen, die Hand gereicht hatte. Besonders häufig geschieht die Uebertragung der Milzbrandbacillen durch Fliegen, Bremsen, Flöhe etc. von den Cadavern aus. Die Anthraxpustel (mit Eiter) enthält noch secundär hinzugekommene Eiterkokken und scheint es, dass deren Gegenwart die Heilung beschleunigt, während Hautmilzbrand ohne Pustel bösartiger auftritt. Emmerich, Paulowsky, Bourdach u. A. haben auch bezüglich der Erysipelkokken und der Kokken des blauen Eiters (M. pyocyaneus) ähnliche antagonistische Wirkungen zum Milzbrandbacillus nachgewiesen und bei milzbrandkranken Thieren Heilungen durch Impfung mit diesen Mikrokokken erzielt.

Eine zweite Form der menschlichen Milzbrandinfection ist der Darmmilzbrand (Mycosis intestinalis), die Hadernkrankheit und Krankheit der Wollsortirer (Woolsorters disease, mal des trieurs de laine), welcher Trödler, Lumpensammler, Leute, welche mit Fellen oder der Verarbeitung der Thierhaare zu thun haben, ausgesetzt sind. Man fand bei näherer Untersuchung über die Entstehung dieser letzteren Krankheit, die in Bronchopneumonieen und krankhaften Erscheinungen des Darmes oft von typhusähnlichem Verlauf besteht, an den thierischen Haaren etc., mit denen der Patient

hantirt, stets sporenhaltige Milzbrandbacillen, wie auch im Körper der Milzbrandbacillus nachweisbar war.

Bei Thieren kann die Infection von Individuum zu Individuum vor sich gehen, die Krankheit tritt hier aber epidemisch auf, während beim Menschen ein seuchenhaftes Auftreten kaum vorkommt, oder sie kann durch das Futter erfolgen. Koch hat gefunden, dass die Milzbrandbacillen ganz unabhängig vom thierischen Körper zu leben, zu wachsen und Sporen zu bilden vermögen (letzteres nur ausserhalb des Körpers), dass es zahlreiche Pflanzenstoffe etc. giebt, welche ihnen einen ausreichenden Nährboden gewähren. Auch Poincaré und Delamothe haben Infection auf schmutziger Weide und in sumpfiger Gegend beobachtet und glaubt Letzterer die Bacillen an den Pflanzen der Moräste gefunden zu haben. Thatsächlich ist es eine alte Erfahrung, dass in manchen Gegenden der Milzbrand besonders häufig auftritt und dass bestimmte Distrikte dem Weidevieh besonders schädlich sind und von den Viehzüchtern gefürchtet werden. Solche Milzbrandweiden können aber auch da entstehen, wo am Milzbrand verendetes Vieh früher verscharrt worden ist, sei es, dass dabei mit Spuren von Blut etc. aus Mund und Nase und von Koth die Bacillen in die oberen Erdschichten gekommen sind, oder dass sich vor dem Verscharren an äusseren, der Luft ausgesetzten Theilen der Cadaver sporenbildende Bacillen ausbreiten konnten, die dann mit in die Erde gekommen sind. Pasteur fand, dass an solchen Orten die Erde 14 Monate, in einem Falle sogar 12 Jahre nach der Verscharrung von Thieren noch ansteckte. Die Regenwürmer, die nach den Untersuchungen Ch. Darwin's bei der Umgestaltung der Erdoberfläche eine so grosse Rolle spielen, sind es nach Pasteur's weiteren Ermittelungen, welche die Pilzkeime mit der Erde an die Oberfläche bringen und welche Pasteur auf Thiergräbern von Bacillen — gegen die sie selbst immun sind — vollgepfropft fand. Die Kothcylinder der Würmer zerfallen im Regenwasser, der dann daraus entstehende Staub verbreitet sich auf dem Pflanzenwuchs am Boden, so dass hier eingefriedete Thiere oder Thiere, die das Futter von solchen Plätzen erhalten, die Milzbrandkeime aufnehmen. Dass dabei scharfe Blattspitzen der Disteln, Bärte der Getreideähren, Riedgräser und andere Bestandtheile des Futters, welche kleine Wunden verursachen, neben dem durch die Sporen erzeugten gewöhnlichen Fütterungsmilzbrand auch Wundmilzbrand ermöglichen, indem sie das Ein-

dringen der Bacillen ins Blut begünstigen, hat Pasteur gleichfalls dargethan.

Der Milzbrand gehört mit den Blattern, Masern, der Pest, dem Scharlach, der Syphilis, Rinderpest, dem Rauschbrand etc. zu den nicht recidiven Krankheiten, d. h. zu den Krankheiten, die einen Organismus nur ein einziges Mal oder im Wiederholungsfalle doch nur in gelinder Form befallen. Bei den Blattern hatte Jenner in der durch Impfung mit Kuhpockenlymphe auftretenden leichteren Krankheitsform der Vaccine so ein Vorbeugungsmittel gefunden gegen die oft tödtliche Variolaseuche. Pasteur gelang es gleichfalls für die Hühnercholera wie für den Milzbrand eine weniger virulente Form zu finden, in der sie nur eine (der Vaccine analoge) gelindere Krankheitsform erzeugten, die gegen Impfung mit virulenten Bacillen immun machte. Er hatte zunächst für die Hühnercholera gefunden, dass sich die Virulenz verlor, wenn die Mikroben 3, 4, 5—8 und mehr Monate in Hühnerbouillon (durch mehrere Generationen) gezüchtet wurden. Aehnlich war es beim Milzbrandbacillus bei Kulturen in der Flüssigkeit des Auges etc. Dass die Abnahme der Virulenz vom Sauerstoff bedingt werde, suchte Pasteur damit zu beweisen, dass er den Virulenzgrad einer Kultur auf beliebig lange Zeit fixiren konnte, indem er die Pilze in ein Glasröhrchen einschmolz. Ausser durch die Einwirkung des Sauerstoffs — für die Speciesfrage ist es wichtig, dass umgekehrt durch fortgesetzte Kultur im thierischen Organismus wieder die ursprünglichen Virulenzgrade erreicht werden konnten — wurde, zuerst von Toussaint, dann von Pasteur die Schwächung der Virulenz durch Wärmewirkung erzielt. Beim Erwärmen des Bacillus Anthracis auf 42°—43° C. unter Luftzutritt trat eine Schwächung der Wirkungsfähigkeit desselben ein und es bewahrten auch die Sporen, die sich bei nachfolgender Abkühlung unter 40° bildeten, die geschwächte Virulenz. Chaveau züchtete bei 38—39° unter gleichzeitigem Druck von 8 Atmosphären, Toussaint, Chamberland und Roux durch Anwendung von Carbolsäure, Arloing durch Belichtung Bacillen, deren Virulenz in allen Graden abnahm, wie auch durch Kulturmethoden eine auf die Dauer „asporogene Varietät“ des Milzbacillenbrandes gezüchtet worden ist. — Pasteur hat diese geschwächten Formen zur Präventivimpfung mit Erfolg benutzt, und es ist seine Methode dann bei zahlreichen anderen Krankheiten mit mehr oder minder Erfolg angewandt worden. Die Impfungen bei Milz-

brand geschehen am besten nach der folgenden Methode (nach Koch's Angabe):

In einem d'Arsonval'schen Thermostaten befinden sich bei gleicher Temperatur von 42,5 ° C. mit neutralisirter Hühnerbouillon versehene und mit frischen Milzbrandbacillen inficirte Kölbchen, welche ca. 20 g Flüssigkeit enthalten. Jeden zweiten Tag wird aus einem Kölbchen eine Impfung an Mäusen, erwachsenen Meerschweinchen und grossen, starken Kaninchen ausgeführt und zugleich von derselben Flüssigkeit, die zur Impfung diente, in Nährgelatine eine Reinkultur gemacht. Anfangs werden der Impfung sämmtliche Thiere erliegen: nach mehreren Tagen wirkt die Impfung auf grosse Kaninchen unsicher; denn es stirbt, wenn mehrere geimpft werden, nur ein Theil derselben, während Meerschweinchen und Mäuse sämmtlich durch Impfung getödtet werden. Noch später überstehen auch die Meerschweinchen die Impfung und schliesslich lassen sich noch Reinkulturen von Milzbrandbacillen herstellen, die selbst auf Mäuse ohne Nachtheil verimpft werden können. Diejenigen Kulturen, welche Mäuse tödten, aber für Meerschweinchen unschädlich sind, geben den besten Stoff für die erste Impfung der Schafe und diejenigen, die Meerschweinchen tödten, aber nicht Kaninchen, für die zweite Präventivimpfung der Schafe.

Die von Pasteur und seinen Assistenten in Frankreich, Ungarn, Preussen vorgenommenen Massenimpfungen bestätigten vollauf die Wirkung dieser Präventivimpfung gegen nachfolgende Impfung mit den virulentesten Milzbrandbacillen, und es ist die Entdeckung Pasteur's nicht hoch genug anzuschlagen, wenn man bedenkt, welchen Schaden der Milzbrand alljährlich der Landwirthschaft verursacht — derselbe beläuft sich bei den Schafen in Frankreich allein jährlich auf etwa 20000000 Francs. — Freilich ist die Pasteur'sche Schutzimpfung nicht im Stande, den Milzbrand ganz zu beseitigen, da sie den Schafen zwar gegen den Impfmilzbrand Immunität verleiht aber nicht gegen den durch Milzbrandsporen erzeugten spontanen Darmmilzbrand, also auch nicht gegen die natürliche Infection auf der Weide. Die Wissenschaft hat daher noch weitere Schutzmittel gegen diesen aufzusuchen und sie ist auf dem Wege dazu. Ehe wir darauf eingehen, haben wir aber noch zu erörtern, worin das Wesen der Immunität, der natürlichen bei Hunden etc., wie der erworbenen überhaupt besteht. Es stehen sich da zwei Meinungen entgegen.

Die Einen, an deren Spitze Metschnikoff steht, behaupten, dass im Blut ein Kampf stattfinde zwischen den Bakterien und den sogenannten Wanderzellen (Leucocyten, weissen Blutkörperchen) oder Fresszellen (Phagocyten), welche die Bacterien auffressen sollen. Nach den Anhängern dieser Phagocytentheorie Metschnikoff's sind es solche amöboide Phagocyten, welche bei der Rückbildung der Froschlarven die nicht verwendbaren Theile (den einschrumpfenden Kaulquappenschwanz) wie Nervenfasern, Muskelprimitivbündel etc. in sich aufnehmen und fortschaffen. Auch bei der Verwandlung der Insekten werden diejenigen Organe, die sich nicht weiter entwickeln, durch die Phagocyten aufgenommen, verflüssigt und den neu entstehenden Organen als Nahrung zugeführt. Wie hier die absterbenden Theile, so werden nach der Lehre Metschnikoff's auch eingedrungene Fremdkörper (Carminkörnchen, Staubpartikelchen) und unter ihnen auch Bakterien von den Wanderzellen aufgenommen. Gelingt es denselben — und dies ist bei immunen Thieren immer der Fall —, die Pilzkeime zu überwältigen, so bleibt der Organismus vor der ihm drohenden Krankheit bewahrt. Metschnikoff glaubt seine Theorie gerade beim Milzbrand, wie beim Recurrensfieber und Erysipel bestätigt, C. Hess hat die Phagocytenlehre durch sinnreiche Versuche mit Wirbelthieren, Balbiani durch solche mit Insekten und Spinnen zu bestägen gesucht, und sicherlich ist ihr eine gewisse Bedeutung auch bei den Infectionskrankheiten nicht abzusprechen. Noch weniger ist es aber gegenwärtig möglich, sich der anderen Ansicht zu verschliessen, welche dieser „cellulären" gegenüber steht und in gewissen chemischen, nicht organisirten Bestandtheilen des Blutes die Ursache der Immunität erblickt. Abgesehen davon, dass E. H. Hankin aus Milz und Blutserum der Ratte einen zu den Globulinen gehörigen Eiweisskörper isolirt hat, der Milzbrandbacillen tödtet, so kann es jetzt einmal für erwiesen gelten, dass der Milzbrandbacillus nicht an sich, sondern durch Bildung eines Giftes, nach Brieger eines Toxalbumins (ähnlich wie der Tetanusbacillus etc.), im Körper wirkt und dann nach den klassischen Untersuchungen der Japanesen Ogata und Jasuhara bezüglich des Milzbrandes, denen gleiche von anderen Forschern, bezüglich der Diphtherie und des Tetanus gefolgt sind, dass das zellenfreie Blutserum immuner Thiere andere Thiere immun macht, und zwar nicht dadurch, dass es die Bacillen tödtet, sondern indem es das durch diese gebildete Gift zerstört. Sehr kleine Mengen von

Froschblutserum (1 Tropfen) oder Hundeblutserum (0,5 Tropfen) — Frosch und Hund sind immun gegen Milzbrand — wirken nach Injection bei Mäusen und anderen Thieren heilend, wenn diese schon milzbrandkrank sind, sie machen immun, wenn sie vor der Milzbrandinfection eingespritzt werden (sie sind von 12 Stunden vor bis 5 Stunden nach der Infection wirksam). Kalt aufbewahrt, behält das Serum die Wirkungsfähigkeit lange Zeit. Auch ausserhalb des Thierkörpers zerstört das immune Blutserum das Milzbrandgift.

Bacillus pseudanthracis Wahrl. hat mit dem Milzbrandpilz grosse Aehnlichkeit, sowohl in Strich-, Platten- und Kartoffelkulturen, wie durch die Keimung (Aufreissen der Sporenmembran an einem Pol und Abstreifen der Membran) der Sporen von 0,6 ≍ 1,3—1,8. Es tritt aber in seinen Fäden, sogar in den jüngsten, immer eine Gliederung auf, während eine solche bei B. anthracis erst nach der Färbung hervortritt. Die Zellenden sind nicht abgestutzt, sondern mehr abgerundet, die Sporen cylinderförmig, nicht eiförmig. In den Kulturen unterscheidet er sich nur durch das Fehlen der kurzen, borstenförmigen Fadenbündelchen, die neben den langen Fäden vom Stichkanal ausgehen. Das Oberflächenhäutchen in verflüssigter Gelatine, das bei dem Milzbrandpilz von selbst zu Boden sinkt, ist hier ziemlich fest und sinkt erst bei starkem Schütteln zu Boden. Das sicherste Kennzeichen ist der Impferfolg. Eine Maus, die damit geimpft wurde, wurde, ohne das charakteristische Bild der Milzbrandleiche zu bieten, erst am fünften Tage todt im Käfig gefunden und zeigte weder am Blut, noch in parenchymatösen Organen Bacillen.

§ 4. Bacillus Syphilidis (Lustgarten), Syphilisbacillus (?). Dem Tuberkelbacillus ähnlich, gerade oder gebogen oder geknickt, 3,5—4,5 oder bis 7 μ lang, 0,25—0,28 μ breit, zuweilen kopfförmig verdickt, oft mit 2—4 elliptischen hellglänzenden unfärbbaren Stellen (Sporen?). Die mit Anilinwassergentianviolett gefärbten Bacillen, durch übermangansaures Kali behandelt, werden nachdem in schwefliger Säure nicht entfärbt, wohl aber durch stärkere Mineralsäuren (hierdurch von den Leprabacillen unterschieden). Das Vorkommen der Bacillen bei Syphilis aller Stadien, sowie ihre häufige charakteristische Gruppirung sprechen dafür, dass sie mit der Syphilis in irgend welchem Zusammenhang stehen. Ob sie aber die eigentlichen Urheber sind, ist noch fraglich. Die Syphilis

ist eine nur durch direkte (geschlechtliche) Infection oder intrauterin übertragbare Krankheit. Bei Schwangeren gehen die gelösten Stoffwechselprodukte der Krankheitsgifte aus dem Blute des erkrankten Theils (Mutter oder Kind) durch Diffusion in der Placenta auch in den gesunden Theil über und erzeugen hier Immunität gegen Syphilis. Mütter, die von ihren latent-syphilitischen Männern her syphilitische Kinder im Uterus beherbergen und gebären, entgehen der Infection (Colles'sches Gesetz) und sind gegen spätere Infection immun; Kinder syphilitischer Mütter werden, selbst wenn sie gesund geboren werden und gesund bleiben, von den etwa noch vorhandenen contagiösen Formen der Eltern nicht inficirt (Profeta'sches Gesetz). Eine Reinkultur der von Lustgarten, Doutrelepont, Mutterstock etc. beschriebenen Syphilisbacillen ist ausserhalb des Körpers bisher ebenso wenig gelungen, wie eine Thierinfection.

Bacillus Oedematis (Koch), Bacillus der Wassergeschwulst (des malignen Oedems), den (breiteren) Milzbrandbacillen in Form und Grösse ähnlich, bis 3—3,5 μ lang, 1—1,1 μ breit, an den Enden abgerundet, lebhaft bewegt, oft lange Ketten bildend, streng anaërobiontisch, in Gelatine, die er verflüssigt, wolkige, in Kartoffeln eingeschlossene netzförmige Kolonieen bildend. Sporen elliptisch. Durch ausgesprochene Anaërobiose und Kulturform, Eiweisszersetzung etc. leicht vom Milzbrandbacillus zu unterscheiden. Die Oedembacillen sind sehr verbreitet in den oberen Schichten der Gartenerde (hier kaum fehlend), im Staub, besonders dem sogen. „Haderstaub" und in den Moschusbeuteln. Von Thieren hat das Pferd die grösste Disposition für das spontane maligne Oedem, beim Menschen tritt es gelegentlich auf (progressiv gangränöses Emphysem). Die Oedembacillen sind auf Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, Ziegen, Kälber, Schafe, Pferde, Schweine, Hunde, Hühner, Tauben übertragbar, die geimpften kleineren Thiere gehen schnell zu Grunde, Rinder sind nach Arloing und Chaveau immun. Flügge und Liborius haben die echten Oedembacillen oft begleitende dickere, mit lichtem Saum versehene Pseudo-Oedembacillen (mit Sporen) entdeckt.

Bacillus Bienstockii Schröt. (Bienstock-Bacillus III) erzeugt bei Mäusen und Kaninchen ödematöse Anschwellungen und führt den Tod herbei. Gelegentlich in menschlichen Fäces.

§ 5. Bacillus tuberculosis Koch, Tuberkelbacillus, Pilz der Schwindsucht.

Die Stäbchen sind sehr dünn, 2—5 μ lang (1/4—1/2 vom Durchmesser eines rothen Blutkörperchens), bilden zuweilen schon innerhalb des Körpers ovale Sporen (je 2—4 in einem Stäbchen). Auf Gelatine und Kartoffeln wächst er nicht, auf Blutserum bildet er mattweisse, glanzlose Pünktchen von Form trockener Schüppchen, in dichter Lagerung bildet er einen sehr dünnen grauweissen Ueberzug. In das Condensationswasser wachsen die Bacillen nicht hinein, sondern bilden zuletzt nur auf dessen Oberfläche ein dünnes Häutchen. Bei 30—40facher Vergrösserung erscheinen die Kolonieen als sehr zierliche spindel- und meist S-förmige, aber auch in anderen ähnlichen Figuren gekrümmte Gebilde, die aus nichts als (sporenbildenden) parallel der Längsaxe angeordneten Reihen von Tuberkelbacillen bestehen. Die oberste Schicht des Serums muss feucht erhalten werden. Injection von tuberkulösen Produkten und Reinkulturen von Tuberkelbacillen erzeugt bei den verschiedensten Versuchsthieren Tuberkulose. Im Körper finden sich die Bacillen besonders in den Tuberkuloseknötchen, vor allem in den Riesenzellen. Die Perlsucht der Rinder wird gleichfalls durch den Pilz erzeugt. Der Bacillus vermehrt sich sehr langsam, am besten bei 37,5° C., unter 30° und über 42° kommt er nicht zur Entwicklung.

Durch Färbung sind die Tuberkelbacillen von allen übrigen Bakterien dadurch zu unterscheiden, dass sie die gewöhnliche Anilinfärbung schwieriger (nach sehr viel längerer Einwirkung) aufnehmen und dass sie dieselbe den Entfärbungsmitteln (Mineralsäuren und Alkohol) gegenüber viel zäher festhalten (nur die Leprabacillen machen in letzterer Hinsicht eine Ausnahme). Ehrlich erklärt das durch die Annahme einer gegen Säuren sehr resistenten „Hülle".

Für Sputumuntersuchungen empfiehlt sich nach Ehrlich das folgende Verfahren: Die eingetrockneten Deckglaspräparate (Ausstreichen eines Tröpfchens zwischen zwei Deckgläschen, Austrocknen der auf dem einzelnen Deckglas entstandenen dünnen Schicht, mehrmaliges langsames Durchziehen des Deckglaspräparates durch die Spiritusflamme) werden 24 Stunden in Anilinwasser-Fuchsin oder Gentianviolett gelegt, dann nach Abspülung einige Sekunden in Salpetersäure (1 : 4), sodann in 60 % Alkohol. Das Präparat erhält sodann Doppelfärbung durch Behandlung mit schwacher, wässeriger Methylenblau- oder Bismarckbraunlösung. Die Bacillen behalten dann die erste Färbung, während die Umgebung die letztere

zeigt. Die Ehrlich'sche Methode ist auch bei Schnittpräparaten anwendbar, während die Sputumfärbungen noch besser und rascher nach der Ziehl-Neelsen'schen Methode erfolgen. Es werden 100 g Aq. destill. mit 5 g Acid. carbol. cryst. und 1 g Fuchsin gemengt und der filtrirten Farbstofflösung 10 g Alkohol zugesetzt. Als Entfärbungsmittel wird 5procentige Schwefelsäure benützt. Sonst wird wie bei der Ehrlich'schen Methode verfahren.

Obwohl sich der Bacillus bei geeigneter Temperatur ausserhalb des Körpers kultiviren lässt, so ist doch ein natürliches Gedeihen desselben ausserhalb des Körpers nicht möglich. Er ist ebenso wie der Rückfall- und Gonorrhöebacillus ein obligat parasitischer Pilz. Dagegen vermag er sich eingetrocknet ausserhalb des Körpers viele Monate fortpflanzungsfähig zu erhalten, verliert jedoch seine Virulenz. 1—2maliges Aufkochen tödtet ihn nicht, im Sputum wird er erst nach 10 Minuten langer Einwirkung der Kochhitze und in trockenem Sputum durch Wasserdampf von 100° erst nach 30 bis 60 Minuten getödtet. Gegen Magensaft ist er resistent.

Die Entdeckung des Tuberkelbacillus (1881) und die Auffindung seiner Lebensbedingungen innerhalb und ausserhalb des Körpers durch Robert Koch war eine der wichtigsten bakteriologischen Errungenschaften, da bisher mindestens der siebente Theil der Menschheit an Tuberkulose in ihren verschiedenen Formen (als Lungenschwindsucht, Kehlkopf-, Darm-, Knochen-, Gelenk-, Drüsentuberkulose, Scrophulose) zu Grunde ging und mindestens der vierte Theil aller Menschen wenigstens einmal eine tuberkulose Attake durchgemacht hat. Die Tuberkulose tritt in den verschiedensten Formen auf, neben der am meisten gefürchteten Lungen- und Kehlkopftuberkulose (Phthisis, Schwindsucht) als Darmtuberkulose, Knochen- und Gelenktuberkulose, Scrophulose, Lupus (fressende Hautflechte), Leichentuberkel und anderen Formen der Hauttuberkulose, Beschneidungstuberkulose etc. Auch bei den Hausthieren tritt sie in verschiedenen Formen auf, am meisten gefürchtet als Perlsucht der Rinder. In allen Fällen ist es erwiesen, dass der Bacillus tuberculosis der eigentliche Urheber und Verbreiter der Krankheit ist. Von der Reinkultur aus lassen sich die verschiedensten Formen der Tuberkulose mit den charakteristischen Umgestaltungen der befallenen Gewebe künstlich bei den verschiedensten Thieren hervorrufen. Absolut immun gegen den Pilz ist keine Warmblüterspecies, am meisten Widerstandskraft besitzen ihm gegen-

über die Hunde und Ratten, am wenigsten der Mensch, während Kaltblüter unempfänglich zu sein scheinen.

Was den Weg der Verbreitung anlangt, so ist es nach Koch nie, unter keinen Umständen möglich, dass ein Tuberkulöser durch seine Anwesenheit, durch seine Athmungsluft, durch seinen Hauch einen Mitmenschen ansteckt. Der einzige Weg, auf dem er Bacillen in die Aussenwelt abgiebt, ist der Auswurf, das Sputum. Die nächste Sorge ist daher dafür zu treffen, dass dieses Sputum nicht eintrocknet, verstäubt. Es darf nicht auf den Boden oder ins Taschentuch entleert werden, sondern in Spucknäpfe oder besser in Spuckfläschchen, die der Phthisiker stets bei sich trägt, in denen es dann (mit 5% Carbolsäure oder dergl., nicht mit Sublimat) unschädlich gemacht wird. Die verstäubten Bacillen können durch die Luft den Weg zum Körper finden. Doch dürfte dieser Weg verhältnissmässig selten zur Tuberkulose führen, wie bezügliche Luftuntersuchungen und Thierversuche, bei denen verstäubte Sputa verwendet wurden, zu beweisen scheinen. Nach den Beobachtungen von Spillmann, Haushalter, Hoffmann spielen die Stubenfliegen eine bedeutungsvolle Rolle bei der Verbreitung der phthisischen Sputa, indem sie durch ihren Koth mit entwickelungsfähigen Bacillen die Wände, Nahrungsmittel etc. besudeln, nachdem sie von dem Inhalt der Spuckgefässe Tuberkulöser genascht haben.

Nächst dem Sputum bildet den Ausgangspunkt einer Tuberkelinfection das ungenügend gekochte Fleisch perlsüchtiger Rinder (Schlachthäuser!) und besonders die Milch von perlsüchtigen Hausthieren (strenge Kontrole der Verkaufsmilch!).

In den Körper können die Bacillen übertragen werden durch die verletzte Haut (Leichentuberkel der Anatomen, Beschneidungstuberkulose jüdischer Kinder, bei denen dieselbe durch die übliche Aussaugung der Wunde bei der Beschneidung entstehen kann, wenn der Rabbiner Phthisiker ist u. s. w.), durch Inhalation, durch den Verdauungskanal. Gegen das Eindringen der Bacillen in die Haut besitzt jedoch unser Körper ebenso wie gegen das direkte Eindringen in das Lungengewebe (labyrinthische Gänge der Nase, Aufwärtsbewegung der Cilienbüschel des Luftröhrenepithels, welches sich bacillenfrei erweist) besondere Schutzmassregeln, so dass dies nach Baumgarten u. A. nicht der gewöhnliche Weg der Infection ist; die Verdauungsorgane sind gegen den Tuberkelbacillus wehrlos,

doch hat es Baumgarten wahrscheinlich gemacht, dass durch Speisen (incl. Milch) gleichfalls nur in selteneren Fällen die Verbreitung der Tuberkulose erfolgt. Nach Baumgarten geschieht vielmehr die hauptsächlichste Verbreitung der Tuberkulose durch Vererbung. Die Vererblichkeit der Tuberkulose ist Jedermann bekannt, sterben doch oft grosse Familien gänzlich durch sie aus. Von verschiedener Seite hielt man aber nur die Prädisposition des Körpers für erblich und es müsste der Bacillus von aussen noch hinzukommen, um wirklich Tuberkulose zu erzeugen. Nach Baumgarten hingegen findet die Infection durch den Tuberkelbacillus bereits im Mutterleib statt — wie auch bezüglich des Milzbrandes, der Syphilis eine intrauterine Ansteckung erwiesen ist —, sei es von der Mutter aus, oder mit dem Sperma vom Vater. Letzterer Fall tritt zwar seltener ein, sein Vorkommen ist aber durch die Beobachtungen Weigert's und Jani's unzweifelhaft (häufiges Vorkommen der Tuberkelbacillen im gesunden Hoden und der Prostata von Phthisikern). Die tuberkulösen Processe können sich in den Fällen der Erbtuberkulose gleich nach der Geburt im Säuglingsalter abspielen oder längere Zeit — selbst durch Generationen hindurch latent bleiben, bis die Bacillen wieder unter günstige Entwicklungsbedingungen kommen. Die „Latenzfähigkeit“ des Bacillus tuberculosis steht fest. Die Lunge ist nur der günstigste Ort zur Entwicklung der Bacillen.

Gärtner hat durch Versuche mit Meerschweinchen und Kanarienvögeln die Uebertragbarkeit des Tuberkelbacillus von den Eltern auf die Frucht erwiesen, doch scheint es, als ob beim Menschen doch auch die blosse Empfänglichkeit für die Tuberkulose erblich sei. Bezüglich der Respirationsorgane als hauptsächlicher Wege für den Eintritt der Bacillen in den Körper ist die herrschende Ansicht von der Baumgarten's verschieden.

Wie dem aber auch sei, jedenfalls ist durch die eminente Vererblichkeit der Tuberkulose — in dem einen oder anderen Sinn — diese Geissel unseres Geschlechtes eine um so schwerere. Um so wichtiger sind die neueren Entdeckungen Robert Koch's, die uns die tröstliche Aussicht eröffnen, dass es gelingen wird, in absehbarer Zeit das Menschengeschlecht ganz von der Tuberkulose zu befreien.

Koch hatte zunächst gefunden, dass eine Reihe von Stoffen in sehr geringer Dosis das Wachsthum der Tuberkelbacillen in Reinkultur hemmen, so z. B. β-Naphtylamin, Paratoluidin, Xylidin,

Fuchsin, Gentianaviolett, Methylenblau und andere Theerfarben, ferner Quecksilberdämpfe, Silber- und Goldverbindungen, besonders Cyan-Goldverbindungen (in einer Verdünnung 1 : 2000000). Alle diese Substanzen waren aber wirkungslos an tuberkulösen Thieren. Koch fand sodann aber in den abgetödteten Reinkulturen der Tuberkelbacillen selbst ein Mittel, Meerschweinchen gegen Tuberkelimpfung immun und, wenn dieselben bereits an Tuberkulose litten, gesund zu machen. Das neue Koch'sche Mittel für den Menschen, dessen Veröffentlichung im November 1890 ein weltbewegendes Ereigniss war, das Tuberkulin oder „Kochin", besteht in einem Glycerinextrakt aus den reinkultivirten und abgetödteten Tuberkelbacillen selbst. In minimalen Mengen injicirt übt es eine specifische Wirkung auf tuberkulöse Processe, welcher Art sie auch sein mögen. Der gesunde Körper reagirt auf kleine Gaben nicht, während in dem kranken Körper zunächst heftige Reaktionen allgemeiner und lokaler Art zu Stande kommen, welche die Orte tuberkulöser Erkrankung deutlich erkennen lassen. Das Tuberkulin ist jetzt ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel. Es tödtet nicht die Tuberkelbacillen, sondern das tuberkulöse Gewebe und entzieht so den ersteren den Boden zur Weiterentwicklung.

Einige Erfolge, besonders bei Kehlkopftuberkulose, hat auch das Liebreich'sche Mittel (cantharidinsaures Natron) gehabt.

Bacillus Pseudotuberculosis Pfeiffer, ein dem Rotzbacillus ähnlicher Pilz, der aber z. B. auf Kartoffeln ein ganz anderes Verhalten zeigt, ruft die anatomisch-pathologischen Läsionen hervor (bei Mäusen, Hamstern, Kaninchen etc.), welche als „Pseudotuberkulose" bezeichnet werden. Pfeiffer vermuthet, dass seine „bacilläre Pseudotuberkulose" mit der „Tuberculose zoogloeique" identisch ist. Eine andere Form von „Pseudotuberkulose" und ihren Bacillus hat Parietti kürzlich beschrieben. Ebenso erzeugt

Cladothrix asteroïdes Eppinger bei Meerschweinchen, Kaninchen und beim Menschen in Lungen und Pleura eine Pseudotuberkulose (Pseudotuberculosis cladotrichica).

§ 6. Bacillus rhinoscleromatis (v. Frisch) erzeugt die Nasenverhärtung (Rhinosclerom), eine nicht seltene, durch Jahre langsam fortschreitende, zur Verdickung und Härtung der äusseren Nase wie auch der Schleimhäute des Respirationstractus führende Erkrankung. Kurze Bacillen mit rundlichen Endungen, zwei- bis drei-

mal so lang als breit, oder ovale Kokken, meist zu zweien, oder zu längeren Bacillen und Scheinfäden auswachsend, unbeweglich. Wachsthum ziemlich schnell, am besten bei 36—38° C. Auf Gelatine bildet er am zweiten oder dritten Tag scharf umschriebene weissgelbliche rundliche Kolonieen, bei schwacher Vergrösserung etwas granulirt, in Stichkultur Nagelkultur mit weissem feuchtglänzendem Kopf, von schleimig zäher Konsistenz, auf Kartoffeln weisse bis weissgelbliche, rahmartige Masse, die anfangs auf die Impfstelle beschränkt ist, mit Gasentwicklung, auf Blutserum weisslichen Belag, der auch im Kondensationswasser sinkt, auf Agar-Agar nach 12 Stunden milchglasartige, halberstarrte Masse. Bei der Färbung mit Anilingentianaviolett und nachträglicher Behandlung mit essigsaurem Wasser oder Ziehl'scher Carbolfuchsinlösung erscheinen die Bacillen mit einer Kapsel umgeben. Bei Gram'scher Methode tritt theilweise Entfärbung ein.

Bacillus Leprae (Hansen), der Urheber des Aussatzes (Lepra, Elephantiasis Graecorum), einer besonders an den norwegischen Küsten, in Island, im südöstlichen Europa und im Orient auftretenden Knötchenbildung der Haut und Schleimhäute etc., ist dem Tuberkelbacillus in jeder Hinsicht nahe verwandt, unterscheidet sich bezüglich der Färbbarkeit nur graduell. Er wird wie der Tuberkelbacillus nach Färbung mit alkalischen Anilinfarben durch Säuren nicht mehr entfärbt, nimmt aber die Kernfärbung aus Hämatoxylin an und widersteht der Entfärbung durch unterchlorigsaures Natron viel stärker als der Tuberkelbacillus.

Bacillus mallei Löffler et Schütz, Rotzbacillus (1882) in den sogen. Rotzknötchen der Pferde. Reinkulturen rufen nach Injection bei Pferden, Kaninchen, Meerschweinchen und Feldmäusen typische Rotzkrankheit hervor. Meerschweinchen sterben nach ca. 6—8 Wochen, Feldmäuse nach einigen Tagen. Sehr empfindlich ist auch Spermophilus guttatus und die Waldmaus (Mus silvaticus), welche eine längere Incubationszeit nöthig hat. Weisse Mäuse und Ratten sind immun, Raubthiere in Menagerieen, Katzen etc. sind nach Genuss rotzigen Fleisches am Rotz verendet. Stäbchen 2—5 μ lang, 0,5—1,4 μ breit, Sporen bildend, im trockenen Zustand bis gegen 3 Monate lebensfähig bleibend. Plattenkultur: auf Gelatine bei 37° C. bildet sich eine hin- und hergekrümmte, die verflüssigte Gelatine durchsetzende, fadenziehende, weissliche Masse, auf Agar-Agar hellgelbe oder weisslich glänzende Auflagerung. Besonderen diagnostischen Werth hat die Reinkultur auf gekochten

Kartoffeln. Bei Brutwärme bilden die Rotzbacillen hier einen zarten gelblichen, durchsichtigen Ueberzug, ähnlich einer dünnen Honigschicht. Nach 6—8 Tagen geht die honig- oder bernsteingelbe Färbung in eine kupferoxydulähnliche rothe über, die Durchsichtigkeit verliert sich und die an die Kultur angrenzende Kartoffelfläche nimmt gelbgrünliche Färbung an. Nur das Choleraspirillum erinnert an die älteren Rotzbazillenkulturen auf Kartoffeln, sie bewahren aber dauernd die hellgraubräunliche Färbung und zerfliessen schliesslich zu einem dünnen Brei, werden nie so dunkelbraun, wie die Kulturen des Rotzbacillus. Von den Kulturen des Bacillus pyocyaneus (blaugrüner Eiter) unterscheidet sich die Kartoffelkultur der Rotzbacillen durch die anfängliche bernsteinartige Transparenz, erstere nehmen, auf Filtrirpapier ausgestrichen, in Berührung mit NH_3-Dämpfen sofort blaugrüne Färbung an etc. Die Bacillen des blaugrünen Eiters sind zudem dicker als die des Rotzes und besitzen lebhafte Eigenbewegung. Am üppigsten und charakteristischsten gedeihen die Rotzbacillen auf erstarrtem Pferde- und Hammel-Blutserum, wo sie erst gelblichdurchscheinende Tröpfchen bilden, nach 8—10 Tagen (durch kleine rundliche Krystalle) ein milchig-weisses Aussehen annehmen, und auf Glycerin-Agar-Agar. — Die Temperaturgrenzen für das Wachsthum der Rotzkulturen sind bei 20° und 45° C., Temperaturoptimum 30—40° C. Die Bacillen färben sich z. B. gut mit konzentrirter alkalischer Methylenblaulösung und Nachbehandlung mit oxal-schwefliger Säure (5 Sek.), dann Alkohol, Cedernöl. Die Gram'sche Methode (der Doppelfärbung) ist nicht verwendbar.

Bei der Rotzkrankheit der Pferde etc. finden sich die Bacillen nicht im Blut, sondern lokal in den Rotzknötchen der Nasenscheidewände, der Milz, Lunge, Leber. Die Krankheit ist auf den Menschen übertragbar (öfter mit letalem Ausgang). Die Infection geschieht am häufigsten durch Hautwunden, doch vermögen die Bacillen auch durch die unverletzte Haut von den Haarfollikeln aus in den Körper einzudringen.

§ 7. Spirochaete cholerae (Koch), Koch's Kommabacillus der Cholera asiatica.

Obwohl Koch den Kommabacillus bereits 1883, wo er an der Spitze einer Kommission zur Erforschung der Cholera nach Indien und Aegypten von der Deutschen Reichsregierung entsandt worden war, entdeckt und als Urheber der asiatischen Cholera er-

kannt hatte, haben doch erst die Entdeckungen der letzten Jahre die Urheberschaft dieses Pilzes, gegen welchen die Thiere immun sind, über allen Zweifel erhoben.

Der Cholerapilz bildet zumeist leicht gekrümmte Stäbchen, welche etwa $^1/_2$ — $^2/_3$ mal so lang wie die Tuberkelbacillen, aber dicker, als diese, sind. Bei der Theilung bleiben dieselben häufig in Zusammenhang, so dass stärker gekrümmte halbkreisförmige, oder S-förmige Stäbchen entstehen, oder es treten, namentlich in künstlichen Kulturen, typische Schrauben von Gestalt und lebhafter Beweglichkeit der Spirochäten des Recurrensfiebers auf. Die „Kommabacillen" sind kurze Schraubenabschnitte. Endosporen fehlen, nur Arthrosporen, welche etwas widerstandsfähiger zu sein scheinen, werden gebildet. In absterbenden Kulturen treten blasige Auftreibungen, Flaschen-, Spindel- und andere bizarre Involutionsformen auf. Deckglaspräparate färben sich am besten mit wässeriger Fuchsinlösung, Schnitte werden mit Kühne's Fluoresceïn- oder Carbol-Methylenblau oder nach Löffler mit alkalischer Methylenblaulösung am besten gefärbt. Durch Säuren und nach Gram's Methode werden die Bakterien entfärbt, so dass Doppelfärbung der Schnitte nicht gelingt. Anfänglich verwechselte man die Choleraspirochäte vielfach mit einer Reihe anderer gleichgestalteter Schizomyceten. Es sind dies die von Miller und Lewis beschriebenen Zahnschleimspirochäten („Kommabacillen") gesunder Menschen, ferner der Kommabacillus von Finkler und Prior, welcher in Stühlen von Cholera nostras entdeckt wurde, aber auch anderwärts (in cariösen Zähnen, im Darminhalt gesunder Menschen etc.) vorkommt, ferner die Deneke'schen Kommabacillen aus altem Käse, Escherich's Spirillen aus den diarrhöischen Entleerungen der Säuglinge, und aus dem Katzendarm, die von Weibel aus dem Nasenschleim und aus Heuaufgüssen gewonnenen Spirochäten, der für Tauben, Hühner, Kaninchen, Hunde, Hammel sehr pathogene „Vibrio Metschnikovi". Unter ihnen kommen die Finkler-Prior'schen und Deneke'schen Spirillen, die auch am wenigsten durch Verschiedenheit der Form und Grösse ausgezeichnet sind, am meisten in Betracht. Durch ihr kulturelles Verhalten sind jedoch die Cholerabakterien Koch's mit grosser Sicherheit von allen sonst bekannten Spirobakterien zu unterscheiden.

Auf Platten 10procentiger alkalischer Nährgelatine bildet der Koch'sche Cholerapilz nach 20 Stunden kleine blasse Tröpfchen, die zu nicht völlig kreisrunden rauhen Kolonieen mit höcke-

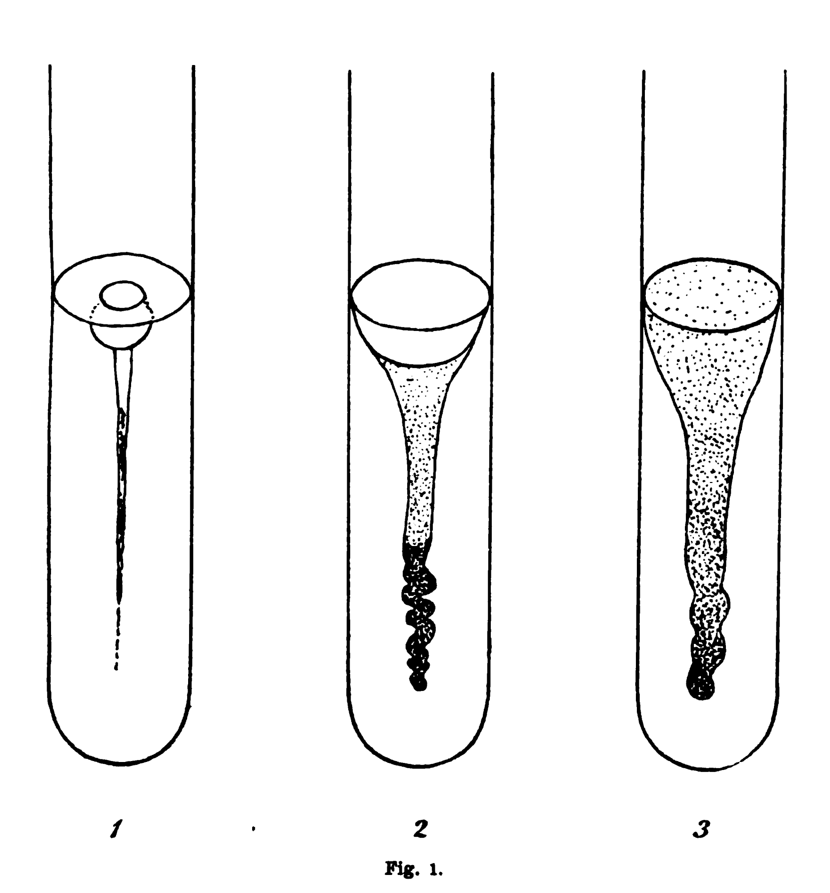


Fig. 1.

Erläuterungen zu Figur 1.

Bakterien.

1. Gelatinestichkultur des Koch'schen Choleraspirillums, bei Zimmertemperatur von 16—18° C. gewachsen, Anfang des vierten Tages.
2. Stichkultur des Deneke'schen Käsespirillums, unter denselben Verhältnissen gewachsen.
3. Stichkultur des Finkler-Prior'schen Spirillums unter den gleichen Verhältnissen am vierten Tage.

(Nach Baumgarten.)

rigem Rande anwachsen, die bald granulirt, wie Häufchen von Glasbröckchen erscheinen. Die Gelatine wird nur in nächster Nähe der Kolonieen und langsam verflüssigt. Die Platten erscheinen nach 2—3 Tagen grubig, bei sehr dicht liegenden Kolonieen erscheint die Oberfläche wie eine matt geschliffene Glasplatte. Die Finkler-Prior'schen Spirillen bilden auf der Platte Kolonieen, die vielfach grösser, scharf kontourirt und feingekörnt sind und die Gelatine schnell verflüssigen, so dass die ganze Gelatine der Platte zuletzt zerfliesst. Schneller als die Koch-schen, aber langsamer als die Finkler-Prior'schen Spirillen verflüssigt das Deneke'sche Spirillum die Gelatine. Die Kolonieen haben eine deutlich gelbliche Färbung (bei dem Koch'schen Spirillum weiss oder gelbweisslich, bei dem Finkler-Prior'schen Sp. dunkelgelbbraun), bei schwacher mikroskopischer Vergrösserung zeigen sie in der Mitte ein gelbgrünliches bis grünlichblaues Aussehen.

Die Stichkultur zeigt bei gleichen Verhältnissen (10proc. Gel., alkal. Reaction, gl. Temp.) gleichfalls ein wesentlich verschiedenes Aussehen bei den drei genannten Arten: sie zeigt bei dem Cholerapilz einen feinen Verflüssigungscylinder mit fadenförmiger Zuspitzung nach unten, leichter trichterförmiger, von einer Luftblase erfüllter Erweiterung nach oben, in der Mitte isolirte gelblichweisse Flöckchen, nach unten ein spiralig oder lockig gewundenes Strängchen in dem sonst klaren Inhalt. Bei dem weiten Verflüssigungscylinder des Deneke-Spirillums ist der mittlere Theil nicht wie dort absolut klar, sondern von einer feinkörnigen Trübung durchsetzt. Bei dem Finkler-Prior'schen Spaltpilz entsteht ein grosser „strumpfförmiger“ Zapfen verflüssigter Gelatine, dessen obere Theile bis an den Rand des Reagenzglases reichen, der durchweg feinkörnig graue Trübung aufweist. Auf Kartoffeln entwickeln sich die Choleraspirillen unter 24 ° C. nicht, bei höheren Temperaturen bilden sie dünne graubräunliche Rasen, ähnlich wie der Rotzbacillus, aber von hellerer Farbe und geringerer Cohärenz. Finkler's Spirillum bildet bei gewöhnlicher Zimmertemperatur in 48 Stunden einen graugelben, schleimigen, die ganze Kartoffel bedeckenden Belag. Die Deneke'schen Spirillen wachsen auch bei 30—40 ° C. nicht regelmässig auf Kartoffeln aus, im günstigen Fall bilden sie einen dünnen gelblichen Ueberzug. In Milch wachsen die Koch'schen Spirillen ohne eine Veränderung zu bewirken, die beiden anderen bringen die Milch zum Gerinnen und peptonisiren das Caseïn, wobei die Deneke'schen Spirillen auf der Oberfläche des Rahmes ein schwefel-

gelbes Pigment erzeugen. Das Choleraspirillum entfärbt noch bei 37° C. Lackmuslösung, die Finkler'schen und Deneke'schen Spirillen thun dies über 27° C. nicht mehr, dagegen sind ihnen andere Wirkungen wie die Nitrifizirung (Umwandlung des Ammoniaks in salpetrige Säure) mit den letzteren gemein (die eigentlichen Fäulnissbakterien reduciren dagegen umgekehrt die Nitrate und Nitrite zu Ammoniak). In Fleischwasserpeptongelatine erzeugen die Choleraspirillen ein peptonisirendes, in stärkehaltigen Nährsubstanzen ein diastatisches Ferment. Sie haben mit den Fäulnissbakterien eine Reihe von Stoffwechselprodukten gemein, es fehlen aber unter letzteren die stinkenden Stoffe (die Kulturen haben eher einen aromatischen Geruch, der an den frisch entleerten Harnes erinnert). Das Auftreten eines rothen Farbstoffes, des „Choleraroths" in Peptongelatine, nach Einwirkung von Mineralsäuren, erfolgt bei ihnen besonders rasch und intensiv, ist aber anderen Bakterien, wie den Finkler'schen und denen Deneke's, auch eigen, es ist die gewöhnliche Indolreaction.

Die geeignetste Temperatur für die Entwicklung der Choleraspirillen ist die von 30—40°, unter 16° C. stellen sie das Wachsthum ein. Trockenheit und saure Reaction des Nährbodens können dieselben nicht vertragen. Gegen Reagenzien und Concurrenz mit anderen Bakterien sind dieselben hinfälliger, als die meisten anderen Bakterien. In Wasser von 60° C. sterben sie bereits in 10 Minuten. Ausser Trockenheit, heissem Wasserdampf sind zu ihrer Vernichtung am geeignetsten ½ procentige Carbolsäure oder Creolin.

Der Sitz der Choleraspirillen ist der Darm, während sie die Magensäure tödtet. Zur Infection ist daher eine krankhafte Disposition des Magens besonders geeignet (vergl. aber ihr unten zu erwähnendes Verhalten zum Sauerstoff), einen nüchternen Magen oder einen durch Gastricismen säurearmen vermögen sie zu passiren, ebenso einen überfüllten, indem sie zum Theil der Berührung mit der Magensäure entgehen, während sie den gesunden Magen bei normaler Ernährung nicht passiren können. Daher erklärt es sich, dass Arme, Hungernde, Kranke häufiger von der Cholera befallen werden, und dass andererseits in Cholerazeiten die meisten Menschen am Montag und Dienstag, also nach dem zu Unmässigkeiten aller Art benützten Sonntag, erkranken. Die ersten diarrhöischen und noch kothigen Ausleerungen im Anfang der Krankheit enthalten die Cholerabakterien noch in geringer Anzahl, während in dem Höhe-

stadium der Krankheit der Darm und die „reiswasserähnlichen“ Ausleerungen als wahre Reinkultur der Spirochaete cholerae erscheinen; nach dem Choleraanfall verschwinden sie, während andere Bakterien sich wieder einfinden. Ausser im Darmlumen finden sie sich nur in den schlauchförmigen Drüsen der Darmschleimhaut und an der Oberfläche der Darmzotten, nur bei Fällen mit blutiger Infiltration der Darmhaut auch in tieferen Schichten des Darmes. Die nicht lokalen Symptome der Cholera werden, wie bei einer Reihe anderer Infectionskrankheiten (Tetanus etc.) durch Toxalbumin, welches die Bakterien erzeugen (das Meerschweinchen, nicht aber Kaninchen tödtet), verursacht. Der eigentliche, den Tod unmittelbar herbeiführende Choleraprocess besteht in dem ausserordentlichen Wasserverlust des Körpers und der daraus resultirenden Bluteindickung (gegen die subcutane Salzwassereinspritzungen einigermassen wirksam sind, wie gegen die Bakterien selbst Säuren, Creolin etc. einigen Erfolg zu haben scheinen). Thiere scheinen gegen die Cholera immun zu sein, wenigstens ist (ausser bei Meerschweinchen) nur bei Thieren, deren Magen und Darm erst künstlich für die Infection vorbereitet wurde, letztere gelungen.

Dass die Reinkulturen der Choleraspirillen direkt beim Menschen wirksam sein können, beweist einer der Theilnehmer an dem Koch-schen Bakterienkursus, der, nachdem er einige Tage an gastrischen Störungen gelitten, spontan an ächter Cholera asiatica erkrankte. Derselbe hatte mehrfach mit Choleraspirillen hantirt. Seine Ausleerungen waren reich an den typischen Cholerabakterien.

Ueber die Art der Infection, die durch den Mund erfolgt, gab es zwei verschiedene Ansichten. Während nach Koch u. A. die Ansteckung direkt von dem Kranken aus, der Berührung mit der Wäsche, in dem sich die Spirillen weiter entwickeln, mit inficirten Gebrauchswässern, inficirten Nahrungsmitteln erfolgt, hat v. Pettenkofer die Ansicht zu begründen versucht, dass die Cholera nicht contagiös ist, nicht ohne Weiteres von dem Kranken aus verbreitet wird, sondern dass zur Infection durch die Cholerapilze gewisse örtlich-zeitliche Disposition nöthig ist. So tritt die Cholera besonders bei sinkendem Grundwasser heftig auf etc., manche Orte, wie Lyon, Versailles, Stuttgart, Hannover, Würzburg mit undurchlässigem Felsuntergrund, Lehmboden oder stark durchfeuchtetem Boden sind jederzeit immun gewesen gegen Choleraepidemieen. Nach v. Pettenkofer, Nägeli u. A. kann der Pilz der Cholera und anderer „miasmatisch-contagiöser“ Krankheiten,

wie des gelben Fiebers und Typhus, vom kranken Körper an einen anderen Ort gebracht, sich nur dann vermehren und die Epidemie hervorrufen, wenn er hier ein Substrat vorfindet, das vom Boden stammt und ihm als Nährlösung oder als Wirth dient. (Nach Nägeli sollte dies ein Pilz sein, der durch chemische Umwandlung der Körperkräfte erst das geeignete Substrat für die Contagienpilze schafft.) Neuere Untersuchungen haben einerseits ergeben, dass die Ansicht der Lokalisten nur theilweise richtig ist und andererseits, dass die von letzteren aufgeführten Erscheinungen sich einzig und allein aus den Lebensbedingungen der Choleraspirillen erklären lassen.

Letztere verhalten sich nämlich wesentlilich anders, wenn sie Sauerstoff zur Verfügung haben, als wenn sie — wie im Darm — anaërobiontisch leben. In Kulturen bei Luftabschluss bilden sie ihre Gifte energischer und schneller als bei Luftzutritt, sie erweisen sich aber im Zustand der Anaërobiose viel empfindlicher gegen äussere Agentien als im Zustand der Aërobiose. In einem solchen Zustand verminderter Widerstandsfähigkeit verlassen die Choleraspirillen den Darm (sie sind daher jetzt auch leichter zu vernichten, als in jedem anderen Zustand). Bei unmittelbarer Uebertragung von dem Kranken auf einen Gesunden werden sie daher in der Regel durch den Magensaft des letzteren vernichtet, eine direkte Uebertragung wird hierdurch zur Ausnahme. Diese gegen äussere Einflüsse so empfindlichen anaërob gewachsenen Cholerabakterien werden aber in kurzer Zeit wieder widerstandsfähiger, wenn sie ausserhalb des Körpers sich bei genügendem Nährmaterial wieder aërobiontisch vermehren können. Dies geschieht schon in der Wäsche des Kranken auf Kosten der mit ausgeschiedenen serösen Flüssigkeit. Die wieder aërobiontisch genährten Bakterien können durch Aussenverhältnisse wieder so widerstandsfähig werden, dass sie selbst die Magensäure des Magens Gesunder ungeschädigt zu passiren vermögen.

Die Bedeutung der Grundwasserschwankung wird von Hüppe so erklärt: Die im empfindlichsten Zustande in den Boden gelangten Bakterienkeime gehen bei zu viel Feuchtigkeit, d. h. zu wenig Luftsauerstoff ein; ist dagegen der Boden nur feucht, aber lufthaltig, so können sie sich aërobiontisch vermehren. Dieser Zustand tritt bei sinkendem Grundwasser ein und damit ist eine miasmatische Ausbreitung der Choleraepidemie ermöglicht. Sind die Bakterien

bei steigendem Grundwasser in den Boden gelangt, also bei zunehmender Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten, so ist eine Vermehrung wegen der Luftbeschränkung und des endlichen Luftabschlusses nicht möglich und sie werden vernichtet oder unwirksam, bis der Boden wieder trockner und für die Aussenluft zugänglich wird.

Als einer der eigentlichen Choleraherde, an dem die Krankheit, die schon so oft Europa durchquerte, endemisch ist, gilt ein Gebiet in Bengalen, um Calcutta, während sie sich von da epidemisch über Indien, Asien und Europa verbreitet. Wahrscheinlich entwickeln sich die Contagienpilze in jenen Gegenden unter günstigen Bedingungen, aus den miasmatischen, und sind ursprünglich rein miasmatisch. So giebt es zwischen Bangalore und Madras in Indien ein tiefes Flussthal, das so siechhaft ist, dass eine Rast von einigen Stunden unvermeidlich die Cholera zur Folge hat.

Eine Truppenabtheilung, die durch dieses Thal marschirte, ihr eigenes Wasser mitbrachte und mit den Bewohnern nicht in Berührung kam, verlor z. B. 80 Mann, von denen die Mehrzahl Bodenpilze aufgenommen haben musste.

Als Präventivmassregeln ergeben sich aus den bisher ermittelten Eigenthümlichkeiten der Choleraspirochäte: Sorge für gutes Trink- und Brauchwasser, für Assanirung des Bodens, Reinlichkeit und zweckmässige Lebensweise der Bewohner einer Choleragegend (Beseitigung der Stubenfliegen, welche die Keime verschleppen!).

Bei der Unterscheidung der asiatischen Cholera von der Cholera nostras in vereinzelten erst auftretenden Fällen ist die Untersuchung der Stuhlbakterien ein sehr wichtiges Diagnosticum. Häufig lassen schon Deckglaspräparate die Spirillen erkennen, hinreichende Sicherheit bringen aber Reinkulturen nach dem Plattenverfahren etc., nachdem eine Vorkultur nach Schottelius oder di Vestea vorausgegangen ist (vergl. Baumgarten, Lehrbuch der pathol. Mykol. 1890 II. p. 838 ff.).

§ 8. Bacillus tetani (Nicolaier), Wundstarrkrampfbacillus. Der feine, schlanke, borstenförmige Pilz ist etwas länger, aber weniger dick, als der Koch'sche Mäuseseptikämiebacillus und bildet die Sporen an einem Ende, so dass er zur Zeit der Sporenreife „Trommelschläger"- oder „Stecknadelform" hat. Carle und Rattone stellten zuerst 1884 fest, dass der Wundstarrkrampf

eine Infectionskrankheit ist, indem sie mit dem Inhalt der Acmepustel eines an Tetanus gestorbenen Mannes diese Krankheit auf Thiere übertrugen. Ebenso erfolgreich experimentirte Rosenbach, der den Eiter von der Demarcationslinie eines an Frostgangrän beider Füsse leidenden Mannes kurz nach dessen an Tetanus erfolgtem Tode überimpfte. In dem Eiter des Mannes, wie auch in dem der geimpften Thiere, fand sich der gleiche Bacillus, den Nicolaier 1884 entdeckt hatte. Nicolaier hatte in Göttingen eine Gartenerde gefunden, die bei Mäusen, Meerschweinchen, Kaninchen Tetanus erzeugte, wenn sie den Thieren eingeimpft wurde. Die Thiere trugen dann an der eiternden Impfstelle ausser anderen Bakterien immer den obigen Bacillus. Dass dieser der eigentliche Urheber des Wundstarrkrampfes ist, konnte jedoch erst streng erwiesen werden, nachdem es Kitasato gelungen war, ihn zu isoliren. Der Bacillus tetani ist anaërob und schwer von den ihm meist beigesellten anaëroben Bakterien zu trennen. Kitasato fand aber, dass in seinen Kulturen im Brütofen der Bacillus tetani früher als alle anderen Arten Sporen bildete, und da diese gegen Wärme widerstandsfähiger sind als die vegetativen Formen, konnte er durch ½, bis 1stündiges Erhitzen der Kulturen im Wasserbad die letzteren tödten, während die Sporen der Tetanusbacillen allein entwicklungsfähig blieben. Kitasato hat so nicht nur aus dem Wundeiter eines am Starrkrampf gestorbenen Mannes und aus dem Körper inficirter Mäuse, sondern auch aus der Erde die Tetanusbacillen Nicolaier's rein gezüchtet, und durch sie den typischen Tetanus wieder erzeugt. Die Isolirungsmethode Kitasato's führt nicht immer zum Ziel, da zuweilen gegen Wärme sehr resistente Formen (z. B. Clostridium foetidum Liborius) beigemengt sind. Kitt, welcher den Tetanus auch auf Pferde, Hunde und Schafe übertragen hat, hat mit Erfolg die Buchner'sche Methode zur Reinkultur anaërober Bakterien angewandt. Die Wirkung des Bacillus tetani beruht auf der Erzeugung sehr giftiger Stoffwechselprodukte. Brieger hatte zunächst bei Verwendung von Mischkulturen vier Toxine gewonnen, von denen jedoch nur zwei, das Tetanin ($C_{13}H_{30}N_2O$) und Tetanotoxin dem Tetanusbacillus eigenthümlich zu sein scheinen. Beide rufen tetanusartige Wirkungen hervor, aber erst in grösseren Dosen, während ein weiteres Stoffwechselprodukt, ein Toxalbumin, noch in äusserst geringen Mengen die furchtbaren Wirkungen hervorruft. Die Tetanusbacillen verbreiten sich anscheinend nicht allzu weit von der Wunde aus, die bei Anwendung von Reinkulturen der Bacillen

oder von bacillenfreiem Tetanusgift nicht eitert. Das Tetanusgift verbreitet sich dagegen sehr schnell durch den Körper.

Die Tetanusbacillen sind über die ganze Erde allgemein und weit verbreitet. Sie finden sich häufig in den oberen Schichten der Gartenerde, im Dünger, in faulenden Flüssigkeiten, in altem Gemäuer, in splitterigen Dielen (der Kegelbahnen etc.), besonders häufig finden sie sich in Pferdeställen (daher der Wundstarrkrampf bei Pferden sehr häufig ist und bei Kavalleristen oft beobachtet wurde). Der Wundstarrkrampf, dem in den Deutschen Lazarethen 1870/71 159 Verwundete zum Opfer fielen, der überhaupt bisher in etwa 90 % der Fälle tödtlichen Ausgang hatte, stellt sich oft nach ganz unscheinbaren Verletzungen der äusseren Körperhaut ein; bei vollem Bewusstsein streckt er sein Opfer bewegungslos aufs Lager, den Kopf hinten übergebogen, angsterfüllten Gesichtes, bis der Tod sich einstellt. Er ist viel häufiger als die Hundswuth, während aber bei dieser noch Hoffnung auf Rettung besteht, gab es bisher gegen den Wundstarrkrampf kein Mittel. Die Koch'sche Schule hat 1890 ein Gegengift für das Tetanusgift gefunden. Ist dieses auch bisher nur bei Thieren anwendbar gewesen, so ist doch Hoffnung vorhanden, dass auch der Wundstarrkrampf des Menschen über kurz oder lang heilbar sein wird.

Kitasato und Behring fanden zunächst 1890, dass Kaninchen und Mäuse durch Jodtrichlorid immun gemacht werden können gegen das Tetanusgift. Ferner machten sie die wichtige Entdeckung, dass das Blut immunisirter Thiere selbst nicht nur immun macht gegen die Infection der Tetanusbacillen, sondern auch, wenn es nachträglich injicirt wird, das bereits im Körper vorhandene Tetanusgift zerstört. Diese Eigenschaft behält das Blut immunisirter Thiere auch dann noch, wenn man dasselbe filtrirt. Die zellenfreie Serumflüssigkeit des Blutes zerstört sowohl innerhalb des Körpers, wie ausserhalb desselben das Tetanusgift (nicht die Bacillen). Filtrirte, daher keimfreie Tetanuskultur, welche noch in minimalen Mengen die Versuchsthiere wundstarr machte, blieb völlig wirkungslos, wenn sie mit immunisirtem Blutserum vernichtet wurde, tetanische Thiere wurden durch das letztere sicher geheilt, auch wenn schon mehrere Extremitäten tetanisch geworden waren. Der wirkende Bestandtheil des Blutes heisst Tetanus-Antitoxin.

Zur Abtödtung der Tetanusbacillen und daher auch zur Desinfection verdächtiger Wunden empfiehlt sich nach Tizzoni und Cattani am meisten eine einprocentige Silbernitratlösung. Die

Bacillensporen wurden durch eine solche bereits in einer Minute getödtet.

Die vergifteten Pfeile der Eingeborenen der neuen Hybriden erzeugen Tetanus. Die Pfeilspitzen werden meist aus Splittern von Menschenknochen gefertigt, die mit Baumharz überzogen und dann in Sumpfschlamm eingetaucht werden.

Nach Vaillard und Vincent sind Reinkulturen der Tetanusbacillen, wenn sie zuvor von dem anhaftenden Gifte gereinigt werden, ungefährlich, dagegen wirken sie, wenn gleichzeitig Milchsäure oder Trimethylamin oder eine Kultur von Bacillus prodigiosus eingeimpft wird. Nach diesen Forschern müssten auch bei natürlicher Infection Saprophyten die gifterzeugende Wirkung der Tetanusbacillen vorbereiten (vergl. Diphtheritis).

Bacillus diphthericus Klebs et Löffler. Der Diphtheriepilz. Theils grade, theils leicht gebogene Stäbchen von der Länge der Tuberkelbacillen, aber etwa doppelt so dick. In gefärbten Präparaten durch überwiegende Farbstoffaufnahme an den Enden hantelförmig, unbeweglich. Auf Gelatine (5 %) bei 20—22° C. Wachsthum in Form kleiner, runder, weisser Pünktchen; kein Wachsthum auf Kartoffeln; üppig auf Fleischinfuspepton-Zuckerserum: bei 37° C. in 2 Tagen einen etwa 1 mm dicken, weisslichen Ueberzug und isolirte Kolonieen von ½ cm Durchmesser auf der Serumfläche bildend. Beste Färbung in Schnitten nach Löffler: Wenige Minuten in Farblösung in 30 ccm concentrirter alkoholischer Methylenblaulösung mit 100 ccm Kalilauge (1 : 10000 Wasser), dann einige Sekunden in ½ procentiger Essigsäure, dann absolutem Alkohol, dann Cedernöl, Kanadabalsam. Bei Injection sterben Hühner, Tauben u. a. Vögel, Kaninchen, Meerschweine, Katzen etc. an Diphtherie. Mäuse und Ratten sind immun.

Der Pilz ist nach neueren Untersuchungen der eigentliche Urheber der Diphtheritis, der durch Bildung eines Toxalbumins wirkt; in Kulturen wird er aber zuletzt abgeschwächt, so dass er nach längerer Reihe von Generationen nicht mehr virulent ist und dann anderen Bacillen gleicht, die im Kehlkopfschleim und sonst sehr verbreitet sind und von Löffler, der letztere als zu besonderer Art gehörig betrachtet, als „Pseudodiphtheriebacillen" bezeichnet werden. Sehr häufig ist dem Diphtheriebacillus der Streptococcus diphthericus (Cohn) Löffler beigesellt, der (nach Einigen mit dem S. pyogenes und S. Erysipelatis identisch) keine Diphtherie, sondern erysipelartige Affektionen hervorruft, aber

wohl häufig dem Diphtheriebacillus den Boden vorbereitet. Nach Roux und Yersin, die im Pasteur'schen Institut die Löffler-sche Entdeckung bestätigt haben, erreichen auch die abgeschwächten (nicht mehr virulenten) Kulturen des Bacillus diphthericus ihre Virulenz wieder, wenn sie mit Erysipelstreptokokken zugleich den Thieren eingeimpft werden. Es wäre möglich, dass unter Mitwirkung anderer Bakterieninfectionen (Scharlach, Rötheln, Erysipel etc.) auch im gewöhnlichen Verlauf der Dinge im Körper sonst nicht virulente Diphtheriebacillen ihre Virulenz wieder erhalten können. Die „Pseudodiphtheriebacillen" unterscheiden sich von den ächten Bacillen der Diphtherie durch kleine, aber (nach Löffler) konstante morphologische und kulturelle Differenzen (gedeihen auf Agar sehr gut und sind für Meerschweinchen nicht virulent, sind oft kürzer und wachsen in Bouillon, in der sie die Reaktionen des Diphtheriebacillus rascher herbeiführen, bei 20—22° noch fort).

Wie beim Tetanus, so ist es bei der Diphtherie gelungen, Thiere durch Injection des zellenfreien Blutserums immuner Thiere selbst immun zu machen bezüglich zu heilen, beim Menschen sind jedoch derartige Versuche noch nicht gelungen.

Verletzungen der Schleimhaut öffnen den Bacillen besonders den Weg, daher sind Pinselungen etc. zu vermeiden; als sehr wirksames Gurgelmittel wird empfohlen gegen Diphtheritis Tannin 15,0, Kali chloricum 2,5, Aqua feroid. 25.

Heubner, welcher gegen lokale Heilmethode ist, sagte bereits, dass das Blut von der Wirkung der Mikroorganismen, die er aber noch nicht kannte, zu säubern sei (H. erhielt 1883 den von der Kaiserin Augusta für die beste Arbeit über Wesen und Bekämpfung der Krankheit ausgesetzten Preis).

Die Ansteckung erfolgt durch die Luft, durch Trinkgefässe, direkte Berührung der Kranken etc. (oder indirekt von feuchten Tapeten, Abfallstoffen etc. aus, in denen die Bacillen in virulentem Zustande lange verharren können).

Nach Heubner stammt die Diphtheritis aus Syrien.

Spirochaete Obermeieri Cohn, Urheber des Rückfalltyphus, Febris recurrens.

Der Pilz, den Otto Obermeier, derselbe, welcher 1873 als Opfer wissenschaftlicher Forschung der Cholera erlag, als das Contagium des Rückfalltyphus entdeckt hat, hat ein besonderes Interesse dadurch, dass er der erste war, der mit aller Sicherheit als der Urheber einer menschlichen Infectionskrankheit erkannt wurde.

Die Spirillen bilden schraubige Fäden von 14—40 μ Länge, aber etwa nur dem vierten bis dritten Theil der Dicke der Cholera-spirochäten, an den Enden erscheinen sie deutlich zugespitzt, sind mit Geisseln versehen und haben lebhafte, undulirende Schraubenbewegung. Im Gegensatz von den Kokken- und Bacillenarten reagiren sie auf Farbstoffe mehr wie protoplasmatische, als wie Kern-Substanzen, saure Farblösungen nehmen sie nicht an. In der am Deckglas in gewohnter Weise angetrockneten und durch Hitze fixirten Blutschicht werden sie durch Weigert'sche Anilin-Gentianviolettlösung deutlich sichtbar, wenn zuvor die Blutschicht durch 10 Sekunden lange Benetzung mit 5procentiger Essigsäure von dem Hämoglobin und den körnigen Niederschlägen des Untergrundes befreit wird. Kulturen in künstlichen Nährlösungen sind bisher nicht gelungen, so dass der Pilz ein obligater Parasit zu sein scheint.

Der Rückfalltyphus ist eine in Afrika und Asien verbreitete, in Europa, in Russisch-Polen und Irland endemische Krankheit, die, von da in andere Gebiete zuweilen verschleppt, von Person zu Person oder durch Vermittelung von Verbrauchsgegenständen übertragen wird. Einer 6—7tägigen Fieberzeit folgt nach ca. 8tägiger Pause ein zweiter 5tägiger Fieberanfall, in selteneren Fällen nach einem fieberfreien Zustand von 9 Tagen ein dritter oder noch ein vierter und fünfter Anfall. Obermeier fand, dass die langen, schnell beweglichen Schraubenfäden im Blute des Recurrenskranken nur in der Fieberzeit vorkommen, nicht während der Fieberpausen. In der Höhe des Fiebers sind die Fäden langgestreckt, gerade, vor- und nachher kürzer, hin- und hergebogen, weniger bewegt. Die Krankheit ist von Thieren nur auf Affen verimpfbar, aber nur, wenn das Blut Spirillen enthält; wird während der fieberfreien Zeit entnommenes Blut verwendet, so bleiben die Impfversuche erfolglos. In der fieberfreien Zeit hatte man im Blut der Recurrenskranken bewegliche körnige Gebilde, Ketten, Rosenkränze, Perlschnüre gefunden. Pasternatzky, der diese auch im Blut ausserhalb des Körpers aus den Spirochäten bei Temperaturerhöhung entstehen sah, hat es wahrscheinlich gemacht, dass es sich in ihnen um eine durch die hohe Temperatur des Fieberblutes bedingte Arthrosporenbildung handelt. Die Infection würde dann durch solche Arthrosporen im gewöhnlichen Verlauf der Dinge zu Stande kommen.

Bacillus influenzae Pfeiff. Der Influenzabacillus, der Urheber der Influenzaepidemie, die in den Jahren 1889, 1890,

1891, 1892 sich mit ungeheurer Geschwindigkeit über fast alle Erdtheile verbreitete und in Europa kaum eine Stadt verschonte, wurde in den ersten Tagen des Januar 1892 fast gleichzeitig von dem Stabsarzt Dr. Richard Pfeiffer und von Dr. Kanon entdeckt. Das charakteristischste Merkmal bei allen Influenzakranken ist ausnahmslos ein reichlicher Husten und reichlicher ballenförmiger Auswurf. Letzterer ist voll der kleinen Bacillen, die bei jedem Hustenstoss zu Millionen in die Athmungsluft expektorirt werden. Hieraus erklärt sich die rasche und kolossale Ausbreitung der Influenzaepidemie. Der Influenzabacillus, welcher in einer Lösung von Glycerin und Agar-Agar durch Pfeiffer isolirt wurde, ist noch viel winziger und zarter als der Bacillus der Mäuseseptikämie, der bis dahin als der Zwerg unter den Bakterien angesehen wurde; er ist etwa doppelt so lang als breit und wurde lange Zeit trotz eifrigen Suchens eben seiner Kleinheit wegen im Gemisch mit anderen Bakterien übersehen. Bei Influenzaleichen sind die feinsten Verästelungen der Luftwege ganz von dem Bacillus ausgefüllt. Wenn die Bakterien in solcher Menge in der Lunge auftreten, dann treten sie auch in das Blut über, wo sie gleichfalls gefunden wurden.

Das regelmässige Auftreten der Bacillen im Auswurf bei allen Influenzakranken und das Fehlen derselben bei gewöhnlichem Katarrh, Lungenentzündung, Schwindsucht etc., das allmähliche Verschwinden derselben bei Abnahme der Krankheit machen es zweifellos, dass es sich hier um den Urheber der Influenzaepidemie handelt. Pfeiffer ist es auch gelungen, die reingezüchteten Influenzabacillen auf Thiere zu übertragen und namentlich Affen und Kaninchen influenzakrank zu machen.

§ 9. Bacillus typhi (Eberth 1880), der Urheber des Unterleibs- oder Abdominaltyphus des Menschen (Thiere sind nach den bisherigen Erfahrungen ganz unempfänglich gegen das specifische Virus des Unterleibstyphus). Die Bacillen sind etwa 3mal so lang als breit, den dritten Theil so lang als menschliche Blutkörperchen, mit abgerundeten Enden versehen; sie können zu langen Scheinfäden auswachsen, finden sich aber auch als ganz kurze Stäbchen. Sie haben Geisselfäden und werden durch Anilinfarben schwach und schnell gefärbt. Auf Nährgelatine, die sie nicht verflüssigen, bilden sie grauweissliche Kolonieen. Am charakteristischsten sind die Kartoffelkulturen. Auf Kartoffeln bilden sie kaum sichtbare Ueberzüge, die sich schnell über die

ganze Fläche der Kartoffel ausbreiten und derselben ein feuchtes Aussehen verleihen. Beim Berühren mit der Platinnadel erhält man den Eindruck einer zusammenhängenden Haut, die mikroskopisch sich aus sporenhaltenden Fäden bestehend erweist. Auf alkalisch gemachtem Kartoffelbrei entstehen bei Brütetemperatur auf die Impfstelle beschränkte schmutziggelbe Rasen. Reinkultur und Nachweis der Typhusbacillen sind meist recht mühsam, da es zahlreiche morphologisch ähnliche Bacillen giebt. So hat Babes aus Typhusleichen neben den ächten Typhusbacillen noch 20 Varietäten, welche nicht pathogen oder doch nicht typhuserzeugend sind, kultivirt. Bei Wasseruntersuchungen etc. gelingt ihr Nachweis am besten nach 3stündiger Behandlung mit Carbolsäure (0,25 %) und folgender Aussaat auf Kartoffelgelatine (Zeitschr. f. Hygiene VIII, 143). Es empfiehlt sich aber, dieselben nicht in dem Wasser selbst zu suchen, wo sie häufig nicht bemerkbar sind, sondern in einem durch den Sedimentirapparat (Correspondenzbl. d. niederrhein. Ver. f. öffentl. Gesundheitspflege II, 30) erzeugten mechanischen Niederschlag der suspendirten Wassertheilchen. — Bei 32—40° C. werden in 3 bis 4 Tagen Sporen gebildet. Brieger und Fränkel haben auch beim Typhusbacillus ein Toxalbumin nachgewiesen, das Meerschweinchen tödtet. Grössere Typhusepidemieen entstehen häufig durch den Genuss bacillenhaltigen Flusswassers und bacillenhaltiger Milch (wie auch Tuberkulose, Scharlach etc.), sowie anderer Nahrungsmittel, durch die sie in den Darmkanal gelangen. Der Boden kann zwar als Durchgangsstation der fakultativ parasitischen Typhusbacillen, nicht aber als Brutstätte angesehen werden. Die Abhängigkeit der Typhusepidemie vom Grundwasserstand — Sinken des letzteren geht mit einer Zunahme, Steigen mit einer Abnahme Hand in Hand — erklärt sich zum Theil daraus, dass bei dem Sinken des Grundwassers die mit Typhusdejectionen in die undichten Senkgruben gelangten Typhuskeime in die Brunnen angesogen werden, von denen aus sie in den Körper gelangen. Dazu kommt ein meist stärkerer Wasserverbrauch und leichtere Verstäubbarkeit der Oberflächenschicht des Bodens bei niederem Grundwasserstand etc.

Lominsky hat nachgewiesen, dass die Typhusbacillen, ähnlich wie auch Milzbrandbacillen u. a. Bakterien, gelegentlich, von Wundstellen aus, auch in Pflanzenorganen die Bedingungen zur Weiterentwicklung finden können und dass von ihnen befallene Blätter meist durch heller grüne Färbung schon makroskopisch die Verbreitungsherde erkennen lassen.

Bacillus Malariae Klebs, ein in Malariagegenden in Luft und Erde häufiger Pilz, erzeugt nach den Untersuchungen von Klebs, Tommasi-Crudeli, Schiavuzzi u. A. bei Kaninchen intermittirende Fieberanfälle mit Milzschwellung und Melaninbildung in Milz und Leber, hat aber allem Anschein nach mit dem Urheber der Malaria (Wechselfieber, Sumpffieber, Perniciosa) beim Menschen nichts zu thun, welche durch die „Malariaplasmodien" erzeugt werden dürfte.

Die Malariaprotozoën und verwandte Organismen, welche pathogen sind.

§ 10. Die Urheber des Wechselfiebers haben ihre nächsten Verwandten unter den Blutparasiten der Reptilien und Vögel und sind zu den Protozoën oder einer den Uebergang zu den Schleimpilzen, Mycetozoën bildenden Gruppe zu stellen. Sie bewohnen die rothen Blutkörperchen, deren Hämoglobin sie in kleine schwarze Körnchen, das Malariamelanin, umwandeln. Die in den verschiedenen Formen des Wechselfiebers auftretenden Plasmodienformen, „Gänseblümchenform", „Sonnenblumenform", „Mondsichelform". werden von Einigen in ein und denselben Entwicklungskreis gestellt, während Andere (Grassi etc.) die letztere zur Gattung Laverania (Laverania Malariae), die erstere zur Haemamoeba stellen. Während bei unregelmässigem Fieber die Laverania Malariae überwiegt, findet sich Haemamoeba praecox bei dem Quotidian-, H. vivax bei dem einfachen und doppelten Tertian-, H. Malariae bei dem einfachen, doppelten und dreifachen Quartana-Fieber.

Durch Hämatozoën, Amöben etc. werden weiter verursacht die „Surra" der Pferde, Maulesel, Kameele, welche in Indien oft in Form einer perniciösen Anämie mörderisch um sich greift und deren Urheber den Geisselmonaden des Rattenblutes verwandt ist (Trichomonas sanguinis Crookshank., das Texasfieber der Rinder, das ansteckende Epitheliom und die Flagellatendiphtherie der Vögel, die Dysenterie bei den Aegyptern, das Molluscum contagiosum); vermuthlich sind Protozoën auch die Urheber bei den Masern, dem Krebs, dem Scharlach, Keuchhusten, Gelbfieber, der Rinderpest und den Pocken. „Sporozoën" sind es, welche die Gregarinose der Kaninchen, Kälber, Hunde, Hühner, Ziegen, Tauben und der Menschen erzeugen, die Miescher'schen oder Rainey'schen Schläuche in den Muskeln der Schweine bilden und die verheerende Krankheit der Seidenspinner, die

Pebrinekrankheit, erzeugen. Auch bei den Termiten sind neben den Bakterien (Vibrio termitis Leid.) Protozoën beobachtet worden. Grassi hat beobachtet, dass die Termiten, wenn ihnen das Weibchen genommen wird, wie die Bienen, Arbeiterinnen zu vollkommenen Weibchen heranzüchten. Dabei scheint ein Abführmittel im Spiele zu sein. Im Magen aller Arbeiter finden sich nämlich gewisse Protozoën. Sobald aber eine Arbeiterin zur Zucht ausgewählt wird, verschwinden diese Schmarotzer, wahrscheinlich durch irgend ein Futter, welches dem Thiere gereicht wird. Es wird dann die Ernährung der Thiere eine bessere und die Vervollkommnung ihrer Genitalorgane ermöglicht.

§ 11. Die Eiterbakterien, Mikrokokken der Pyämie, Septikämie etc. Die wichtigsten Urheber von Eitergeschwüren, Abscessen etc. sind Staphylococcus pyogenes (Pyococcus) aureus Rosenbach, St. pyogenes (Pyoc.) albus Passet, St. pyogenes (Pyoc.) citreus Passet, und Streptococcus pyogenes Rosenb., welche einzeln oder zu mehreren eine ganze Reihe von Wundinfectionskrankheiten je nach ihrer Application, Menge etc. erzeugen können, nämlich Panaritien (Wurmfinger), Furunkeln und Carbunkeln, acute (heisse) Abscesse und Phlegmonen der Haut und darunter liegenden Weichtheile, acute infectiöse Osteomyelitis (Knochenfrass), Lymphdrüsenvereiterung, Empyeme, Gelenk- und Schleimbeuteleiterungen, Eiterungen der Ohrspeicheldrüse, idiopathische Cerebrospinalmeningitis, Erysipel (Rose, Rothlauf), Wundfieber, Puerperalfieber (Kindbettfieber), Blutvergiftung etc.

Unter den wegen ihrer träubchenartigen Gruppirung als Traubenkokken, Staphylokokken bezeichneten Formen ist der St. pyogenes aureus wegen seiner relativen Häufigkeit und seiner intensivsten pathogenen Wirksamkeit der wichtigste. Seine Zellen sind Kügelchen von durchschnittlich 0,7 μ Durchmesser (nur etwa halb so gross wie die Gonorrhöekokken). In Stichkulturen bildet er in Gelatine einen trüben grauen Stich; nach ca. 3 Tagen bildet sich gelbliche, später orangefarbene, verflüssigende Kultur, die nach unten sinkt. Auf Kartoffeln entsteht anfangs ein dünner weisslicher Belag, der allmählich saftiger und orangegelb wird und starken Kleistergeruch entwickelt. Wachsthumsoptimum 30—37°. Er färbt sich gut nach der Gram'schen Methode. St. pyogenes albus und citreus sind ihm gleich, nur bildet ersterer kein, letzterer ein citrongelbes Pigment.

St. cereoalbus und cereoflavus (Passet) sind seltener auftretende Pyokokken, die an der Oberfläche der Stichkultur einen weissen (beim cereoflavus bald in ein dunkles Citronengelb übergehenden) mattglänzenden, stearin- oder wachstropfenähnlichen Belag mit etwas verdicktem unregelmässigem Rande bilden, während der Impfstich selbst einen grauweissen Streifen mit feinen Stäubchen bildet.

Streptococcus pyogenes Rosenb. Kokken kuglig, 0,6—0,7 μ in oft sehr langen Ketten bis zu 30 Gliedern, oft zu zweien. Verflüssigt Gelatine wenig, bildet in Strichkulturen dicke schmutzigweisse bis schwachbräunliche, von der Mitte nach dem Rande terrassenförmig abfallende, wellig begrenzte Massen, auf Kartoffeln findet kein Wachsthum statt. Temperaturoptimum 35—37°. Morphologisch und kulturell identisch mit dem St. erysipelatis Fehleisen, von dem er sich nur durch Virulenz und Wirkungsweise unterscheidet. Der Streptococcus pyogenes Rosenb. bildet vorwiegend solche Eiterungen, die sich durch Neigung zu flächenhafter Ausbreitung, zu langsamem, aber hartnäckigem Fortkriechen und geringe Neigung zur Einschmelzung der befallenen Gewebe auszeichnen, also die progredienten Phlegmonen, die diffusen Eiterungen der serösen und Gelenkhöhlen, nicht die pustulösen Processe, die Furunkel und Carbunkel, die circumscripten Abscesse, welche die fast ausschliesslichen Domänen der pyogenen Staphylokokken bilden. Bei der ulcerösen Form der Endocarditis ist der Streptococcus, bei der verrucösen der Staphylococcus besonders betheiligt.

Bei der Knochenmarkentzündung (Osteomyelitis), dem Kindbettfieber wie auch der Gesichtsrose ist der Streptococcus pyogenes (bei letzterer in der biologischen Form St. erysipelatis) der Hauptbetheiligte, ebenso ist er der Haupturheber der meist mit dem Tode endigenden Pyämie, wie er auch in den secundären (metastatischen) Eiterungen und bei dem schweren Gelenkrheumatismus vorherrscht. Wundfieber wird am häufigsten durch den orangerothen und weissen Staphylococcus erzeugt.

Bei der ohne Eiterungen entstehenden Blutvergiftung (Septikämie) können theils die durch Fäulnissbakterien und pyogene Bakterien erzeugten Gifte, theils die Bakterien selbst zum Tode führen.

Eiterung etc. kann zwar künstlich durch einige wenige Stoffe (Krotonöl etc.) herbeigeführt werden, ist aber im gewöhnlichen

Verlauf eine Bakterienwirkung, nicht, wie man früher glaubte, zum natürlichen Heilungsprocess gehörig. Bei der weiten Verbreitung der Eiterpilze und anderer pathogener Pilze, besonders des Wassers und des Erdbodens, ist eine vorsichtige Behandlung (Ausspülung mit 1‰ Sublimatlösung etc.) auch der kleinsten Wunden durchaus nöthig. Bei ärztlicher Behandlung sind seit der Einführung des antiseptischen Wundverbandes durch Lister eine ganze Reihe sonst häufiger Wundinfectionskrankheiten so gut wie ausgeschlossen; nur bei fahrlässiger Behandlung durch Laien, Auswaschen der Wunden durch unsterilisirtes Wasser, Befeuchten des Heftpflasters etc. durch Speichel können auch kleinere Wunden sehr gefährlich werden.

Micrococcus Gonococcus Neisser (1879), der Gonorrhöecoccus, ist die alleinige Ursache der gonorrhöischen Schleimhauterkrankungen (Tripper). Er besteht aus rundlichen, fast stets im Zustand der Zweitheilung begriffenen Zellen von durchschnittlich 1,25 μ Durchmesser. Zuweilen entstehen Zelltetraden, nie Ketten. Die Theilung geht sehr rasch vor sich und ist der Theilungsspalt besonders breit. Kulturen nur auf Blutserum möglich, wo sie einen sehr dünnen, oft nur mit Mühe wahrnehmbaren, bei auffallendem Licht graugelblichen Belag mit feuchter, glatter Oberfläche bilden, dessen Ränder nicht verflüssigend diffus in die Umgebung übergreifen, wachsen sehr langsam bei 30 bis höchstens 34 ° C. Auf Kiebitzei entsteht ein dünner, weisslicher, rasch sich ausbreitender Belag. Die Gonorrhöekokken färben sich am besten mit Fuchsin und Methylviolett. Die Gram'sche Methode ist nicht anwendbar. Eine sehr charakteristische Eigenthümlichkeit, durch die sie mit Sicherheit von ähnlichen Kokken zu unterscheiden sind, ist ihre Neigung, in die lebenden Eiterkörperchen einzudringen und sich daselbst lebhaft zu vermehren. Letztere wandeln sich schliesslich in reine Kokkenklumpen um. Ueberimpfungen, welche Bumm beim Menschen vornahm, erzeugten noch von der zwanzigsten künstlichen Kulturgeneration aus auf vorher ganz gesunder Urethralschleimhaut typische Gonorrhöe. Der Gonorrhöecoccus findet nur in den oberflächlichsten Schichten bestimmter Schleimhäute, hauptsächlich in denen mit Cylinderepithel, den für das Wachsthum geeigneten Boden. Ausser den Schleimhäuten der Geschlechtsorgane werden noch Theile des Auges von dem Trippercoccus inficirt und erzeugen hier die gonorrhöische Bindehautentzündung (Blennorrhöe, Conjunctivitis), die ägyptischen Augenentzündungen. Die

„Xerosebacillen“, welche bei der Xerosekrankheit des Auges oft fast in Reinkultur vorkommen, treten auch sonst häufig bei Augenkrankheiten, selbst in gesunden Augen auf und sind harmlose Parasiten, während die Staphylokokken und andere Bakterien durch Ausscheidung von Toxinen (bei den Staphylokokken des Lebert'schen Phlogosins) Augenentzündungen verursachen. Von den in Aegypten häufigen Augenentzündungen unterscheidet Kartulis drei Gruppen: die acuten Augenblennorrhöen (durch den Trippercoccus veranlasst), eine gutartige, aber ebenfalls ansteckende acute Bindehautentzündung (wahrscheinlich durch einen dem Koch-schen Mäuseseptikämie-Bacillus ähnlichen, in den Eiterkörpern liegenden Bacillus verursacht), und das Trachom (granulirende, mehr chronische Augenentzündung), an dem jeder Aegypter mehr oder weniger leidet und das meist ein Folgeübel der ersteren Krankheit ist. Zu den „Trachomkokken“ Sattler's und Michel's fehlt aber jegliche Beziehung.

Die Urheber der Lungenentzündungen. Während man früher die „Lungenentzündungen“ Erkältungen etc. zuschrieb, ist es jetzt erwiesen, dass sie zwar auf verschiedene Weise zu Stande kommen können, dass sie aber stets bakteriellen Ursprungs sind. Die croupöse Lobärpneumonie der Aerzte, die hauptsächlichste Form der Pneumonieen, dürfte in erster Linie durch den Diplococcus Pneumoniae Fränkel et Weichselb. verursacht werden, daneben aber auch durch Friedländer's, Artigalas', Pane's Pneumoniekokken, durch Weichselbaum's Streptococcus pneumoniae und den Staphylococcus pyogenes aureus.

§ 12. Die Bakterien zur Beseitigung der Mäuseplage. E. Löffler hat im hygienischen Institut zu Greifswald unter den daselbst gehaltenen weissen Mäusen eine rapid um sich greifende Typhusepidemie beobachtet, welche durch einen charakteristischen, leicht im Grossen züchtbaren Bacillus, den Bacillus typhi murium Löffler verursacht wird. Koch hatte nachgewiesen, dass die Feldmaus gegenüber den feinen Bacillen der Mäuseepidemie (die ursprünglich als künstliche Infectionskrankheit, später auch spontan beobachtet wurde), immun ist, während andererseits die Feldmaus das für die Rotzbacillen empfänglichste Thier ist, gegen welche Bacillen die weisse Hausmaus so gut wie unempfänglich ist. Es war daher die Frage zu erledigen, ob die Feldmaus etwa für die neue Typhusepidemie der weissen Mäuse empfänglich ist. Die

Untersuchung ergab eine so hohe Empfänglichkeit der Feldmäuse und eine so leichte Vernichtbarkeit derselben durch den Bacillus typhi murium, dass dieser Pilz von grosser praktischer Bedeutung für die Landwirthschaft erscheint. Bekanntlich sind die Feldmäuse in vielen Gegenden zu einer wahren Landplage geworden und richten bei ihrer ausserordentlichen Vermehrungsfähigkeit und bei ihrer Gefrässigkeit einen nach vielen Tausenden zu berechnenden Schaden an. So wurden z. B. in dem einzigen Bezirk Zabern 1822 binnen 14 Tagen 1570000, im Landrathsamte Nidda 590427 und im Landrathsamte Putzbach 271941 Stück Feldmäuse gefangen. „Im Herbste des Jahres 1856", sagt Lenz, „gab es so viele Mäuse, dass in einem Umkreis von 4 Stunden zwischen Erfurt und Gotha etwa 12000 Acker Land umgepflügt werden mussten. Der Verlust betrug über 20—30000 Thlr. Auf einem grossen Gute bei Breslau wurden binnen 7 Wochen 200000 Stück gefangen und an die Breslauer Düngerfabrik abgeliefert, die damals für das Dutzend einen Pfennig zahlte. Einzelne Mäusefänger konnten der Fabrik täglich 1400—1500 Stück liefern. Im Sommer 1861 wurden um Alsheim in Rheinhessen 409523 Mäuse und 4707 Hamster eingefangen und abgeliefert. Die Gemeindekasse verausgabte 2523 Gulden. In den Jahren 1872 und 1873 war es nicht anders. Es war eine Plage, der bekannten ägyptischen vergleichbar . . ." Auch in Waldungen ist oft der Schaden ein beträchtlicher. — Löffler hat nun constatirt, dass Katzen (auch Ratten, Brandmäuse), Meerschweinchen, Kaninchen, Vögel etc. gegen diese Krankheit unempfänglich sind, von allen untersuchten Thieren waren nur die Hausmaus und Feldmaus empfänglich. Der Bacillus bleibt im feuchten wie im trocknen Zustande lange (über 6 Monate) lebensfähig und infectionstüchtig und schlägt daher Löffler, der in dem Bacillus ein sicheres und ungefährliches Mittel erblickt, der die Landwirthschaft in so erheblicher Weise schädigenden Feldmausplage Herr zu werden, vor, im Frühjahr unmittelbar nach der Frostperiode durch die Bakterienkulturen vergiftetes Mäusefutter auszustreuen. — Wie die Epidemie zuerst entstanden, ist unaufgeklärt geblieben. Die Bacillen haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den von Löffler aufgefundenen Bacillen der Taubendiphtherie und der Pseudotuberkulose der Kaninchen und Meerschweinchen, ebenso mit denen der amerikanischen und dänischen Schweinepest, mit den Bacillen der Frettchenseuche, dem Bacillus der spontanen Kaninchenseptikämie von Eberth, dem

Bacterium coli commune und anderen den Typhusbacillen ähnlichen Bakterien. Doch sind diese alle von denen des Mäusetyphus verschieden.

Im hohlen Objektträger zeigen die Bacillen lebhafte Beweglichkeit nach Art der Typhusbacillen, sie haben auch, wie sich durch Beizung ergiebt, wie diese multiple Geisseln. Auf Nährgelatine bildet der Mäusetyphusbacillus nach 24 Stunden kleine farblose Pünktchen, nach 48 Stunden grauweissliche, flache, runde, bläulich durchscheinende, stecknadelkopfgrosse Auflagerungen, die sich in den nächsten Tagen zu Flecken von 3—4 mm Durchmesser vergrössern, ihre runde Umgrenzung verlieren und zackige Fortsätze mit gekerbten Rändern bilden; die Gelatine beginnt sich leicht zu trüben. Doch beeinflussen kleine Aenderungen in der Nährgelatine das Aussehen der Kolonieen. In Plattenkulturen zeigten sich die in der Tiefe liegenden Kolonieen rund, anfangs durchsichtig, grau, schwach gekörnt, später mehr gelblichbraun und stark gekörnt. Die oberflächlich gelegenen Ausbreitungen waren stark gekörnt und hatten eine zarte Fältelung. Auf Agar-Agar bilden die Bacillen einen grauweissen, wenig charakteristischen Ueberzug, auf Blutserum, besonders auf Peptonzuckerbouillon-Blutserummischung einen durchscheinenden Ueberzug. Das Kondensationswasser trüben sie stark, Sporenbildung wurde nicht beobachtet. Auf Kartoffeln bilden sie weissliche, nicht sehr dicke Auflagerungen, deren Umgebung schmutzig graublau gefärbt erscheint. In Peptonzuckerbouillon wachsen sie sehr kräftig. Sie trüben dieselbe unter Gasentwicklung und bilden dann einen dicken, oben wolkigen Bodensatz. Durch Jodoformreaktion konnte in dem Destillat Alkohol nachgewiesen werden. Auch in Milch gediehen sie ausgezeichnet und machten die Milch stark sauer. — Die Uebertragung der Krankheit findet durch Mund und Darm statt. Die Verwendung der Bakterien gegen die Mäuseplage findet ihr Analogon in der gegen Insektenplagen, gegen welche ja auch höhere Pilze (Isaria densa gegen Engerlinge und Maikäfer, Lachnidium (Botrytis) acridiorum gegen Heuschrecken und Heimchen mit Erfolg Verwendung fanden.

Löffler wurde 1892 nach Griechenland berufen, um daselbst mittelst seines Bacillus typhi murium der Mäuseplage ein Ende zu bereiten.

Bakterienkrankheiten der Insekten.

Ohne Zweifel treten auch bei den niederen Thieren häufiger Bakterien als Urheber von Epizootieen auf, man hat aber bisher

ihnen ebensowenig als den saprophytischen Bakterien besondere Beachtung geschenkt. Nur eine kleine Anzahl ist bisher näher beachtet worden.

Bacillus alvei W. Cheyne ist der Urheber der Faulbrut der Bienen. Die der Krankheit erlegenen Larven zeigen eine gelbliche Farbe und fast flüssige Consistenz. Im Saft befinden sich zahlreiche ca. 3,5 ≍ 0,8 messende, an den Enden abgerundete oder konisch zugespitzte Bacillen, welche nach dem Tode der Larven grosse länglichovale Sporen in spindelförmigen Auftreibungen bilden. Besprengungen von belegten Waben mit Milchkulturen der Bacillen und Verfütterung der Reinkulturen an erwachsene Bienen verursachen wieder die Faulbrutkrankheit, der auch z. B. Schmeissfliegen, die von den Kulturen naschen, erliegen. —

Bakterienkrankheiten der Seidenraupe. Nächst der durch „Botrytis Bassiana" verursachten Muscardine und der durch psorospermienartige Gebilde (Sporozoën) verursachten Pebrinekrankheit, welche eine fettige Degeneration der Darmmuskulatur der Seidenraupen verursacht und auch die übrigen Organe, namentlich die Spinndrüsen, die Haut, das Blut zerstört und bei ca. 20 % der Raupen bei uns wie in China vorkommen dürfte, sind es einige Bakterienkrankheiten, welche die Seidenkultur schädigen. So verursacht nach Tenhold (Centrbl. f. Bakteriol. IV S. 481 ff.) ein Spaltpilz die Fleckenkrankheit der Seidenraupen (die Thiere faulen unter Entwicklung gelbbrauner bis schwarzer Flecken auf der Haut fast bei lebendigem Leibe), Streptococcus bombycis Flügge verursacht vermuthlich die Gattine (Schlaffsucht, Flacherie, Flaccidezza). So werden nach Forbes die „Jaundice" oder „jaunes", wie auch Krankheiten der Kohl-, Apfel-, Wallnuss-Raupen etc. durch einen anderen Micrococcus verursacht (Bull. of the Illinois State Laborat. of Nat. Hist. Mus. Vol. II 1886 p. 257 ff.).

Andere Bakterien, welche tödtliche epidemische Krankheiten verursachen, wurden beobachtet bei den Kohlweisslingen (Bacillus intrapallens Forbes), bei der Wanze Blissus leucopterus, „Chinch bug" (Micrococcus insectorum Forbes, auch Empusa Blissi etc.), der Küchenschabe (Bacillus Periplanetae Tichomirow), Termiten (Vibrio Termitis Leid.).

Die Bakterien der Fäulniss (saprogene Bakterien).

§ 13. Der Laie ist gewöhnt, Fäulniss und Verwesung, jene Processe, durch welche Thier- und Pflanzenkörper nach dem Tode in ein-

fachere, in den Kreislauf der Natur zurückkehrende Stoffe zerlegt werden, als naturgemässe, ohne äusseren Anstoss oder doch nur unter dem Einfluss von Feuchtigkeit und Luft sich abspielende Vorgänge aufzufassen. Und doch haben wir es auch hier mit der Thätigkeit von Mikroorganismen zu thun. Ohne sie würde der Zerfall des Körpers nur äusserst langsam von Statten gehen, allenthalben würden Thier- und Pflanzenleichen die Erde bedecken und die Luft verpesten, oder sie würden gar, anstatt neuen Generationen Platz zu machen — wie Cohn bemerkt hat — Form und Mischung Jahrtausende lang bewahren, wie die ägyptischen Mumien, die in den dänischen Torfmooren versunkenen Recken, oder die im gefrorenen Uferschlamm der nordsibirischen Flüsse aufgefundenen vorweltlichen Nashörner und Mammuthe, die nicht nur mit Haut und Haaren erhalten waren, sondern deren vieltausendjähriges Fleisch auch den Hunden noch so gut mundete, dass sie einen Theil der werthvollen Funde verzehrten. In diesen Fällen waren die Körper durch chemische Substanzen oder lange andauernde Kälte vor Pilzen geschützt. Auch das Experiment hat es bestätigt, dass ohne Mikroorganismen keine Zersetzung erfolgt. Man hat Flüssigkeiten, Eiweissstücke und andere Stoffe, die an der pilzhaltigen Luft sehr schnell verfaulen und sich mit Spaltpilzen füllen, beliebig viele Jahre lang unzersetzt aufbewahren können, wenn man sie abkochte und pilzdicht verschloss. Selbst wenn die — nur von Pilzkeimen gereinigte — Luft Zutritt hatte, trat keine Zersetzung ein. Nach dem Verfahren, das der französische Koch François Appert 1804 angegeben, werden bekanntlich auch die verschiedensten Speisen, indem sie in Blechbüchsen mit kleinen Oeffnungen abgekocht und dann luftdicht verlöthet werden, Jahre lang haltbar gemacht, so dass sie sich (wie das südamerikanische Rindfleisch) auf weite Strecken verschicken lassen. Die Pilze, welche hier ins Spiel kommen, sind den speciellen Zersetzungserscheinungen entsprechend sehr verschiedene, doch wird die bei Luftzutritt vor sich gehende Verwesung und Vermoderung, bei der als Hauptendprodukte Kohlensäure, Ammoniak und Wasser auftreten, vorwiegend durch Schimmelpilze eingeleitet, während die Fäulniss, die an feuchtem Orte bei unvollkommenem Luftzutritt vor sich geht und deren Endprodukte Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxydgas, Ammoniak, Wasser, Schwefelwasserstoff etc. sind, vorwiegend durch Spaltpilze verursacht wird.

Die saprogenen Arten der Spaltpilze sind von den Bakteriologen bisher sehr stiefmütterlich behandelt worden, da dieselben

mit den pathogenen Arten etc. vollauf zu thun hatten, doch sind auch hier, hauptsächlich bei Gelegenheit der Wasseruntersuchungen etc., eine grössere Anzahl von Arten näher bekannt geworden. Nach F. Cohn ist der Haupterreger der gewöhnlichen Fäulniss der Flüssigkeiten etc. Bacillus termo (Ehrenb.), dessen Zellen elliptisch-cylindrisch, 1,5 μ lang, 0,5—0,7 μ breit, mit einer Geissel am Ende versehen, meist lebhaft bewegt sind. Im unbewegten Zustand bilden sie eine traubig-kuglige, gelappte Zoogloea. Gelatine wird sehr schnell verflüssigt. Der Pilz entwickelt einen sehr üblen Geruch nach faulendem Käse. Das rasche Eintreten der Fäulniss durch Bacillus (Bacterium) termo (der klarste Fleischsaft, mit einigen Bakterien versetzt, ist in 24 Stunden völlig in Fäulniss übergegangen und zeigt eine starke milchige Trübung) ist uns bei unserer heutigen Kenntniss von der Ubiquität der Bakterien, ihrer Lebenszähigkeit und raschen Vermehrung nicht mehr wunderbar.

Die Bakterien (besonders B. termo u. Verw.) erfüllen, wie Pasteur, Cohn u. A. gezeigt haben, überall die Luft. So fand Smith in Manchester, als er die Luft mit destillirtem Wasser auswusch, in einem Tropfen an 250000 Pilzsporen, Miquel fand in 1 ccm im jährlichen Mittel 200 Bakterien. Was die Vermehrungsfähigkeit anlangt, so dauert nach Nägeli bei 35—37° C. und günstiger Ernährung eine Generation ca. 20 Minuten, worauf Zweitheilung der einzelnen Individuen eintritt, so dass aus einer Pilzzelle in einer Stunde bereits 8, in 8 Stunden 4096 entstanden sein würden. Nach Cohn würde eine Zelle von B. termo von 1 μ Dicke, 2 μ Länge bei ungehinderter Vermehrung in 4½ Tagen eine Nachkommenschaft haben, welche das ganze Weltmeer ausfüllte. Nimmt man noch dazu, dass die Bakterien das Vermögen haben, in ausgetrocknetem Zustand (ähnlich wie die Weizenälchen, Bärenthierchen etc.) Jahre lang die Lebensfähigkeit zu bewahren, so wird man verstehen, welche bedeutende Rolle im Haushalte der Natur sie zu spielen bestimmt sind. — Die Stoffwechselprodukte des B. termo sind unschädlich (Wild mit Hautgout). Ausser dem Bacillus termo sind nach späteren Untersuchungen zahlreiche anaërobe Bakterien im Stande, Fäulniss zu erregen und die organischen Körper in einfachere, theilweise aber immer noch sehr komplizirte, widerlich riechende, zum Theil giftige Verbindungen zu zerlegen. So werden z. B. durch Bacillus (liquefaciens) magnus (Lüderitz), wie auch durch Bacillus spinosus Lüderitz und die Rauschbrandbacillen Eiweisskörper zersetzt. Bei der Eiweissgährung durch den Bacillus

magnus treten Fettsäuren (bis zur Capronsäure), von aromatischen Säuren Phenylpropionsäure, Paraoxyphenylpropionsäure (Hydroparacumarsäure) und Skatolessigsäure, von Gasen H, CO_2, H_2S und ein sehr widrig nach faulem Kohl riechendes Gas Methylmercaptan (CH_3SH) auf. Bei der Zersetzung der Gelatine bildet der B. magnus Leimpepton, Methylmercaptan, Phenylpropionsäure, Leucin, Fettsäuren, der Rauschbrandbacillus noch Phenylessigsäure. Der Unterschied gegen die Eiweisszersetzung besteht demnach in dem Mangel der Paroxyphenylpropionsäure und Skatolessigsäure $C_{11}H_{11}NO_2$ und dem Vorkommen von Glykokoll. — Auch die Bacillen des malignen Oedems erzeugen bei Eiweissfäulniss unter Abspaltung von Fettsäuren, Leucin, Hydroparacumarsäure (wogegen Indol und Skatol fehlen).

Als weitere Pilze der Eiweisszersetzung sind besonders zu nennen:

Bacillus albuminis (Bienstock), kurze (ca. 3 μ lange) und lange zu Fäden anwachsende Stäbchen, die $1/2$—$2/3$ des Gesichtsfeldes einnehmen, sehr beweglich sind und endständige Sporen von Trommelschlägerform bilden. Er findet sich in Fäces. (Nach Bienstock der specifische Gährungserreger der Albumin- und Fibrinkörper. Caseïn und Alkalialbuminat versetzt derselbe nicht in Fäulniss.)

Bacillus Allii (Griffits), auf faulenden Zwiebeln gefunden, bildet 5—7 μ lange, 2,5 μ breite Stäbchen und erzeugt ein grünes Pigment, das in Alkohol löslich ist und ein Absorptionsspektrum giebt, bestehend aus einem Streifen von Ultraviolett bis nahe an F und je einen Absorptionsstreifen in Grün und Gelb (bis D). Der Spaltpilz erzeugt bei der Eiweisszersetzung ein Ptomaïn, das wahrscheinlich ein Hydrocoridin ist und bezüglich seiner Formel sich zu dem Coridin ähnlich verhält, wie Gautier's Hydrocollidin zum Collidin.

Bei der Fäulniss treten wie bei gewissen Zersetzungen im lebenden Körper (cfr. pathogene Bakterien) auch giftige Zersetzungsprodukte auf, Ptomaïne etc., welche specifischen Fäulnisserregern entsprechen. Um die Ermittlung dieser giftigen Bakterienwirkungen (Leichengift, Wurstgift, Käsegift, Gift der Miesmuscheln Mytilotoxin $C_6H_{15}NO_2$, der Morcheln — nicht mit der an sich giftigen Lorchel zu verwechseln — und anderer an sich unschädlicher Schwämme etc., gehören hierher) hat sich besonders Brieger verdient gemacht.

Die Fäulniss der Eier wird nach Prazmowski durch Bacillus ulnae Cohn verursacht, der steife, dicke Fäden aus 1,5—2 μ dicken und 3—12 μ langen Gliedern, gerade oder zickzackförmig gebrochene 2—4gliederige Ketten bildet (Sporen 2—2,8 μ lang, 1 μ breit). Die Infection geht nach Zimmermann (Ueber die Organismen, welche die Verderbniss der Eier veranlassen. Chemnitz 1878) bereits im Eileiter vor sich, in den die Pilze beim Begattungsakt gelangen. J. Schrank u. A. vermuthen jedoch, dass die Fäulnissbakterien zumeist durch beschädigte Eischalen eindringen und haben gefunden, dass der Bacillus ulnae nicht betheiligt zu sein braucht. Schrank fand von den aus faulen Eiern reingezüchteten Bakterien (Bacillus prodigiosus, B. syncyanus, Heubacillus, Kartoffelbacillus, Wurzelbacillus, Bacillus Megatherium, B. pyocyaneus, Spirulina (Proteus) vulgaris und mirabilis etc. konstant nur zwei Fäulniss erregende, von denen er das eine mit Bacillus (fluorescens) putidus indentifizirt, das andere, Schwefelwasserstoff entwickelnde, welches nach ihm die eigentliche Ursache der stinkenden Fäulniss ist, als eine Abart der Spirulina vulgaris (Häuser) Hüppe ansieht. (Letztere bildet leichtgekrümmte Stäbchen von 0,6 μ Dicke und wechselnder Länge bis 3,75 μ, oft geschlängelte, haarflechtenartig gedrehte Fäden, häufig Involutionsformen, ist stark beweglich, mit langen Cilien versehen. Sie bildet auf Gelatine [5 %], die sie schnell verflüssigt, gelbbraune, borstige, wie am Rand mit Haarbüscheln besetzte Haufen in der Mitte des verflüssigten Bezirks, der sich in den wunderlichsten, vielverschlungenen Ranken figurenbildend über die ganze Gelatine ausbreitet und aus dicht an einander gereihten Stäbchen besteht. Die Figuren sind durch Klatschpräparate sichtbar zu machen. Auf Kartoffeln bildet der Pilz schmutzige, schmierige Rasen, wächst am besten bei 20—24° C., bleibt nach 55 Stunden — bei 15—20° C. gehalten, noch entwicklungsfähig. Kaninchen injicirt, ruft er toxische Erscheinungen hervor. Häufig in faulenden Substanzen.)

Nach Zimmermann kann die Verderbniss der Eier auch von den verschiedensten Schimmelpilzen bewirkt werden, deren Sporen meist von aussen in das Ei gelangen (daher laufen die Konservirungsmittel auf den Verschluss der letzteren hinaus). Specifische Eierpilze giebt es nach Z. nicht, doch habe ich um Greiz einen Schimmelpilz sehr regelmässig in verdorbenen Eiern gefunden, der von Reinsch auch in Boston gefunden und Bot. Ztg. 1879 p. 37 ff. beschrieben und abgebildet wurde, Torula ovicola.

welcher innerhalb der Eierschale, durch die er als dunkelgraubrauner bis grünlicher Klumpen schon im durchfallenden Licht erkennbar ist, von der Schale aus in das Eiweissinnere wächst.

Die komplizirten Eiweissverbindungen, welche sich bei der Eiweissgährung zunächst unter der Einwirkung der anaëroben Fäulnisspilze entwickeln, wie Fettsäuren, Amidosäuren etc., werden durch Vermittlung anderer Mikroorganismen zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbraunt. Die ersten Spaltungsprodukte, zu welchen die Anaërobien den Anstoss geben, werden durch Vermittlung anderer in den faulenden Stoffen angesiedelter Bakterien weiter gespalten und durch den Sauerstoff der Luft oxydirt dem organischen Kreislauf zurückgegeben. Diese Rolle, nicht der Erregung der Fäulniss, sondern der Beseitigung der Fäulnissprodukte, scheint nach den Untersuchungen von E. Weibel (Centralbl. f. Bakteriologie 1888, IV. Bd. p. 225 ff.) vor allen den Fäulnissvibrionen („Vibrio saprogenes α, β und γ“) zuzufallen.

Diese Vorgänge lassen sich nach Weibel sehr gut beobachten und unterscheiden z. B. an einer faulenden Schlammmasse. In den tieferen Schichten sieht man eine missfarbige, zähe Substanz, von Gasblasen durchsetzt und höchst widerliche Gerüche erzeugend; in ihr können aërobe Organismen nicht existiren. Bleibt die Masse sich selbst überlassen, so setzen sich bald die trüberen, kompacteren Theile und es scheidet sich darüber eine ziemlich klare, wässerige Schicht aus, auf deren Oberfläche sich ein Häutchen bildet. Letzteres besteht zum grossen Theil, oft vorwiegend aus Vibrionen, und auch in der wässerigen Oberflächenschicht sind sie zahlreich zu finden. Der Geruch, der sich jetzt spontan bemerklich macht, ist bei weitem nicht so stark und so widrig, wie der aus der aufgewühlten Tiefe. Da nun, wie man sich stets überzeugen kann, die Zersetzung in den tiefen Schichten lebhaft fortdauert und sich mithin stinkende Gase fortgesetzt entwickeln, so ist an eine Zurückhaltung derselben durch Absorption nicht zu denken, sondern die Abschwächung des üblen Geruchs ist nur durch chemische Beseitigung jener Stoffe in den oberen Schichten zu erklären. Dass diese Umwandlung durch Vermittlung der Vibrionen geschieht, hat Weibel auch durch den Versuch bestätigt, indem er faulenden Flüssigkeiten einmal Vibrionen zuführte, einmal dieselben davon fern hielt. Vielleicht sind die saprophilen Vibrionen und verwandte Organismen auch die Urheber des an anderem Ort (cfr. Trinkwasser etc.) erwähnten, bisher noch

nicht genau erforschten Processes der Selbstreinigung der Flüsse. (Nach Pettenkofer sind dabei auch grüne Organismen, Algen, betheiligt.)

Ammoniakgährung.

§ 14. Normaler Harn vom Menschen und von Fleischfressern nimmt an der Luft bald alkalische Reaction und ammoniakalischen Geruch an, indem der Harnstoff unter Aufnahme von Wasser in kohlensaures Ammoniak umgesetzt wird ($CH_4N_2O + 2 H_2O = CO_3[NH_4]_2$). Der Erreger ist in der Regel Micrococcus ureae Cohn, dessen kuglige Zellen von 1—4 μ Durchmesser einzeln oder zu Klümpchen oder Ketten vereinigt nach Musculus ein den Harnstoff zersetzendes diastatisches Ferment erzeugen, das durch Alkohol fällbar und in Wasser löslich, bei 35—40° C. rasch wirkt, bei 80° C. aber zerstört wird. Pasteur hat zuerst gezeigt, dass eine Reinkultur des Pilzes in Harnstoff haltender Nährlösung die gleiche Zersetzung wie im Harn hervorruft. Da der M. ureae aërob ist, vermag er nicht die Ammoniakgährung innerhalb der Blase zu verursachen. Es sind aber eine Reihe anderer Bakterien bekannt geworden, die gleichfalls Ammoniakgährung erzeugen, so hat Miquel 1882 einen im Staub vorkommenden Bacillus gefunden, der anaërobiotisch vegetirt und den Harn in gleicher Weise in kohlensaures Ammoniak umsetzt. Auch Ascocccus Billrothii Cohn bildet freies Ammoniak. Die kleinen Zellen bilden kuglige oder elliptische oder unregelmässig gelappte Kolonieen von 20—60 μ Breite und bis 160 μ Länge, die von einer dicken Gallerthülle umhüllt sind und einen gelblichweissen, rahmartigen Ueberzug bilden, einen intensiven Milch- oder Käsegeruch verbreitend. Die Bakterien der Ammoniakgährung hat Leube (Virchow's Archiv Bd. C 1885, p. 540) zum Gegenstand einer eingehenden bakteriologischen Analyse gemacht. Verwandte Bakterien bewirken nach van Tieghem eine Zerlegung der dem Harnstoff verwandten Hippursäure in Benzoësäure und Glykokoll.

Neuerdings hat P. Miquel die Organismen der Harnstoffgährung einer eingehenderen Untersuchung unterzogen und deren zwölf näher beschrieben, von denen die Bakteriengattungen nach ihrer physiologischen Eigenschaft die Namen Urobacillus, Urococcus, Urosarcina erhalten. Nach Miquel wandeln aber diese Organismen den Harnstoff nicht direkt um, sondern durch ein ausgeschiedenes Ferment „Urase“, welches bis 55° noch wirkt, während bei dieser Temperatur die Harnstoffbakterien absterben.

Der Urobacillus Pasteurii Miquel, ein besonders kräftiger Erreger der Harnstoffgährung, findet sich vielfach in Abwässern, Fluss-, Brunnen- und Quellwasser. Er wandelt 3 g Harnstoff per Stunde um (20 g im Liter Peptonbouillon). Urobacillus Duclauxii Miquel, der sich in Abwässern, Flüssen, der Luft findet, und welcher in 19 % der Fälle der Erreger der spontanen Harngährung ist, vergährt 1,5—1,6 g Harnstoff (20 g im Liter) in der Stunde und verträgt nicht mehr als 95 g im Liter im Gegensatz zu dem vorigen, der noch 140 g Harnstoff im Liter vollständig vergährt. U. Duclauxii bildet Fäden, die aus 0,6—1 μ breiten und 2—10 μ langen beweglichen Stäbchen bestehen. Urobacillus Freudenreichii Miquel steht morphologisch dem U. Pasteurii nahe, ist aber physiologisch verschieden, vergährt in der Stunde nur 0,3 g Harnstoff und verträgt nur 45 g davon im Liter. Er bildet sehr bewegliche, 1—1,3 μ breite Stäbchen verschiedener Länge, wächst gut auf neutraler Peptonbouillon und in Gelatine, die er verflüssigt. Er findet sich in Luft und Quellwasser selten, häufiger im Strassenboden, in Abwässern etc.

Harnsäure wird durch faulen Urin (durch Bacillus ureae und und B. fluorescens) in Harnstoff, Kohlensäure und Ammoniak umgewandelt, nach 7—8 Tagen ist dann auch der Harnstoff in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt, so dass das Endresultat durch folgende Gleichung auszudrücken ist: $C_5H_4N_4O_3$ (Harnsäure) $+ 8\,H_2O + 3\,O = HNH_3 + 5\,CO_2 + 4\,H_2O$.

Schwefelbakterien.

§ 15. F. Cohn glaubte 1862 gefunden zu haben, dass der freie Schwefelwasserstoff der Gewässer, welcher die heilsamen Wirkungen der Schwefelthermen bedingt, durch die Einwirkung der Beggiatoaarten (B. alba, nivea, leptomitiformis, arachnoidea) und verwandter Schizomyceten aus den im Wasser gelösten unwirksamen Schwefelverbindungen erzeugt würde. Winogradsky hat indessen gezeigt, dass die Lebensthätigkeit der eigentlichen Schwefelbakterien eine andere ist. Der Schwefelwasserstoff wird unter der Einwirkung der Produkte der Cellulosegährung gebildet. Die Urheber der letzteren, Bacillus Amylobacter und Verwandte, bewirken zunächst eine Umwandlung der Cellulose im Wasser, in Kohlensäure und Sumpfgas, nach der Formel $C_6H_{10}O_5 + H_2O = 3\,CO_2 + 3\,CH_4$. Durch das Sumpfgas wird dann z. B. der Gyps reduzirt, so dass SH_2 frei wird nach der Formel $CaSO_4 + CH_4 = CaCO_3 + H_2S + H_2O$.

Die Beggiatoën gedeihen erst, wenn Schwefelwasserstoff da ist, und haben sich damit Existenzbedingungen angepasst, die für andere Organismen völlig ungeeignet sind und durch die sie somit vor der Konkurrenz der letzteren geschützt sind. Der Schwefelwasserstoff wird durch die Beggiatoën unter Sauerstoffaufnahme zu Schwefel oxydirt, der in Form weisser bis rother Körner in den Zellen zu finden ist, aber in den Zellen fortwährend aufgelöst, zu Schwefelsäure oxydirt wird. Die Beggiatoën oxydiren ihren ganzen Schwefel zu Schwefelsäure (die aber aus den Zellen nicht frei, sondern in Form eines schwefelsauren Salzes ausgeschieden wird). Die kohlensauren Salze werden dabei wieder in schwefelsaure umgewandelt, so besonders der kohlensaure Kalk ($H_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O$).

Der Schwefeloxydationsprocess vertritt bei den Beggiatoën den Athmungsprocess der gewöhnlichen kohlenstoffoxydirenden Organismen, der Schwefeloxydation verdanken sie ihre Energie. Bei der Athmung geben sie keinen Kohlenstoff aus. Zu ihrer Ernährung brauchen die Beggiatoën daher ausserordentlich wenig von organischer Substanz, so wenig, wie es kaum für einen anderen chlorophylllosen Organismus bekannt ist. Als Kohlenstoffquelle können sie Substanzen benutzen, die das Leben anderer Organismen nicht zu unterhalten vermögen, wie Ameisensäure, Buttersäure, Propionsäure.

Aehnlich wie Beggiatoa verhalten sich Monas Okenii, Clathrocystis roseopersicina, Sarcina sulfurata, Ophidomonas sanguinea, Monas vinosa, Merismopedia litoralis u. a. Organismen, nach Zopf auch eine Anzahl von Algen.

Unter den Schwefelbakterien giebt es eine Gruppe von Arten, welche im Protoplasma diffus vertheilt einen purpurrothen Farbstoff, das Bakteriopurpurin, enthalten, die Purpurbakterien Engelmann's. Zu ihnen gehören die Arten bezüglich Entwicklungsformen Bacterium photometricum, B. roseopersicinum, B. rubens, B. sulfuratum, Clathrocystis reseopersicina, Monas Okenii, M. vinosa, M. Warmingii, Ophidomonas sanguinea, Rhabdomonas rosea, Spirillum violaceum. Die Purpurbakterien sind durch ihre hohe Empfindlichkeit gegen das Licht ausgezeichnet. Dieselben assimiliren, ohne Chlorophyll zu besitzen, im ultrarothen Licht und scheiden Sauerstoff aus (ähnlich wie Nitromonaden etc.). In dem im Gesichtsfeld des Mikroskopes entworfenen Spectrum sammeln sie sich

nur bei den Absorptionsstreifen des Bakteriopurpurins (bei D, E, F und im Ultraroth).

Eisenbakterien.

§ 16. Leptothrix ochracea Kütz. bildet mit anderen gesellig lebenden Bakterien, welche rostfarbene, aus Eisenoxyd bestehende Scheiden besitzen, die sogen. Eisenbakterien. Dieselben brauchen zu ihrem Leben Eisenoxydulcarbonat, welches sie im Zellplasma zu Oxyd oxydiren und dann in die gallertigen Scheiden übergeben lassen. Winogradsky hat konstatirt, dass die Braunfärbung der Gallertscheiden nur in eisenhaltigem Wasser und nur an den Stellen stattfindet, wo lebende Zellen vorhanden sind. Ohne Zufuhr von Eisenoxydul wachsen die Leptothrixfäden nicht, weil sie nicht athmen können. Giebt man ihnen ein- bis zweimal täglich $FeCO_3$-Wasser, so gehen Zellvermehrung, reichliche Scheidenbildung und sonstige Wachsthumsvorgänge in schönster Weise vor sich.

Die gewaltigen Ablagerungen von Sumpf-, See-, Wiesenerz, Raseneisenstein etc. sind höchst wahrscheinlich der Thätigkeit der Eisenbakterien zuzuschreiben.

Die unbeweglichen zarten Fäden von Leptothrix ochracea sind etwa 2 μ dick, die Scheiden anfangs farblos, später ockerfarben. Inhalt farblos. Die Vermehrung findet durch Zerfall des Fadens in einzelne Glieder statt. Gallionella ferruginea Ehrb. kommt meist mit Leptothrix vor und ist vielleicht nur eine Entwicklungsform derselben.

Crenothrix polyspora Cohn (C. Kochiana) bildet mit Cladothrix dichotoma Cohn, die nach Zopf in den Entwicklungskreis von Leptothrix ochracea gehörig, nach Winogradsky aber davon verschieden ist, ausgedehnte fluthende Flocken und Zooglöen, welche ähnlich wie Sphaerotilus (s. d.) und Leptomitus lacteus Wasserleitungen, Drainröhren etc. verstopfen, Leitungswasser zum Trinken und für technische Zwecke unbrauchbar machen und andere „Wasserkalamitäten" verursachen. Die Crenothrix bildet Fäden von 1—6 μ Dicke, etwa 1 cm Länge, die an einem Ende festen Körpern ansitzen, unverzweigt, gerade, selten etwas schraubig gebogen sind. Dieselben bestehen aus cylindrischen Zellen, die 1/2—1 1/2mal so lang als breit sind, zerbrechen häufig der Quere nach, besonders nachdem sie die Eisenscheiden gebildet, und häufen sich dann zu frei

im Wasser umherschwimmenden Flocken an. In den dickeren Fäden theilen sich die (scheibenförmigen) Glieder wiederholt der Länge nach in kleine rundliche Zellchen, die in der verquellenden Scheide bleiben oder am Ende derselben ins Freie treten. Dieselben verhalten sich theils wie Sporen, indem sie wieder zu Fäden auskeimen, theils wie Mikrokokken, indem sie unter Gallertebildung sich bis zu 1 cm grossen Zooglöen vermehren, aus denen die einzelnen Zellen dann wieder Fäden bilden. Cladothrix dichotoma Cohn bildet gleichfalls ausgedehnte, anfangs grauweisse, später durch Eisen braune fluthende Massen, deren Fäden spitzwinklig verzweigt erscheinen. Die „falsche" Verzweigung entsteht dadurch, dass irgend eine Gliederzahl mit dem einen Ende aus der Reihe seitlich ausbiegt und dann in der divergenten Richtung weiter wächst und sich quer theilt (ähnlich wie bei Scytonema und anderen Nostocaceen).

§ 17. Die Nitrobakterien, felszerstörenden Bakterien.

Schlösing und Müntz hatten bereits 1878 nachgewiesen, dass die Nitrificirung des Ackerbodens, die Umwandlung seiner Ammoniakverbindungen in salpetersaure Verbindungen, welche für die Ernährung der Pflanzenwelt von Wichtigkeit ist, durch Mikroorganismen geschieht, doch war es nicht möglich, durch das Gelatineplattenverfahren einen Spaltpilz mit Nitrificirungseigenschaft zu erhalten. Winogradsky gelang es zunächst durch besondere Kulturmethoden[1]) einen der Urheber oder doch den hervorragendsten Urheber der Nitrification ausfindig zu machen. Derselbe zeigt elliptische oder rundliche Zellen, 0,9—1 μ breit und 1,1—1,8 μ lang, manchmal von Spindelform und periodisch auftretende Schwärmzustände; Sporen fehlen, Fäden werden nicht gebildet. Es findet nur Vermehrung durch Quertheilung statt. Für gewöhnlich vegetirt dieser Mikroorganismus in Form einer wenig kohärenten Zoogloea, welche durch eine Art chemischer Anziehung (Chemotaxis) die Erdalkalikarbonate des Bodens aufsucht, überzieht und auflöst. Die Nitrobakterien (oder, wie sie Winogradsky erst nannte, Nitromonaden) entwickeln sich in rein mineralischen Lösungen ohne jegliche organische Substanz. Es findet durch sie eine vollstän-

[1]) Winogradsky, Recherches sur les organismes de la nitrification. Annales de l'institut Pasteur 1890 Nr. 4 p. 5, 12, 1891 Nr. 2, p. 92, und im Centralbl. für Bakt.- u. Parasitenk. VIII, p. 175 u. 392, IX, p. 351 u. 603 etc.

dige Synthese organischer Materie unabhängig vom Sonnenlicht (und ohne Chlorophyll) statt und es fällt ihnen die wichtige Rolle der Regulirung der Kohlenstoffzirkulation auf unserem Planeten zu, indem sie die Immobilisirung der Kohlensäure in den Erdalkalikarbonaten verhindern.

Die Nitrobakterien sind es nach Müntz in erster Linie, welche das Felsgerüst unserer Erde zersetzen und in Ackerboden umwandeln. Sie finden sich zahlreich an der Oberfläche wie in beträchtlicheren Tiefen von Schiefern, Graniten, Kalken und anderen Felsarten, die sie im Sommer verwittern, vermodern helfen, während sie den Winter über in einem Ruhezustand verharren. Müntz fand sie allenthalben in grosser Menge, auf dem Gipfel des Pic du Midi, am Monterosa, Mont Blanc, St. Gotthardt, am Grindelwald, in den Vogesen und anderwärts in voller Thätigkeit. Das Faulhorn im Berner Oberland ist durch die Thätigkeit der Nitrobakterien wirklich zu einem faulen Horn geworden, und was man bisher als Verwitterung seines Thonschiefergesteins durch Atmosphärilien betrachtete, ist nichts als eine Wirkung der felsverzehrenden Bakterien, die ganze Gebirge zu zerstören vermögen und an den Gesteinstrümmern weiterarbeiten, bis ein fruchtbarer Ackerboden entsteht.

Percy Frankland und Grace Frankland haben, unabhängig von Winogradsky, durch die Verdünnungsmethode (auf Gelatine nicht wachsende) Nitrobakterien isolirt, die sie als Bacillococcus bezeichnen. — Hüppe und Heräus haben bei einer nitrificirenden Bakterie gleichfalls die Eigenschaft gefunden, im Dunkeln aus kohlensaurem Ammoniak ein der Cellulose nahestehendes Kohlenhydrat zu bilden.

Die bei der Bodenfiltration vor sich gehende Oxydation organischer Substanzen (des ammoniakalischen Stickstoffs) durch die Bakterien ist von hoher hygienischer Bedeutung. Nach Einigen war es der Apotheker Brommer, nach Anderen der italienische Chemiker Garzeri, der zuerst das Reinigungsvermögen des Bodens erkannte. Ersterer füllte eine Flasche mit gesiebter Gartenerde, schlug den Boden aus und goss in kleinen Partieen eine dicke, stinkende Düngerjauche auf. Die abtropfende Flüssigkeit war rein und beinahe geruchlos. Frankland fand, dass auf einen Sandboden von 1 qm Fläche und 1 m Mächtigkeit täglich 25—33 Liter Londoner Kanalwasser gegossen werden konnte mit dem Resultat, dass das abfliessende Wasser ganz rein bleibt und

dass in ihm die aufgegossenen organischen Substanzen als Oxysalze (Nitrate, Karbonate) erschienen. Der ganze Process, der als Vorlesungsversuch demonstrirt werden kann, verläuft so rasch wie die gewöhnliche Verbrennung. Der Boden hat aber dieses Reinigungsvermögen nur bei Anwesenheit der Bakterien, sterilisirter Boden erhält es erst, wenn er mit unsterilisirter Ackererde oder Bakterienreinkulturen geimpft wird.

Neuerdings gelang es Winogradsky, die Nitrobakterien rein zu kultiviren durch Verwendung des zuerst von W. Kühne zu diesem Zweck verwendeten Kieselsäurehydrates, dem bestimmte Mineralsalzlösungen zugesetzt wurden (vgl. Centralbl. f. Bakteriol. IX, p. 603).

Hüppe hatte vermuthet, dass die durch die Nitrobakterien aufgenommene Kohlensäure den Kohlenstoff für den Pilz liefere und dass der dabei abgespaltene Sauerstoff zur Nitrification des Ammoniaks verbraucht würde; nach der Ansicht von Winogradsky findet dagegen eine Zersetzung der Kohlensäure nicht statt, sondern es entsteht wahrscheinlich aus Kohlensäure und Ammoniak ein Amid, vielleicht Harnstoff, der aus den beiden Verbindungen sich auch im thierischen Körper bildet. Da eine ganze Reihe von Bakterien von Harnstoff sich nähren, so würden Nitrobakterien von diesen sich nur dadurch unterscheiden, dass sie sich ihren Harnstoff selbst herstellen. Während die felszerstörenden Nitromonaden Winogradsky's in Reinkulturen hauptsächlich Nitrite bilden, finden sich im Boden vorwiegend Nitrate vor. Auch hier beginnt aber die Nitrification stets mit der Bildung von Nitrit, dessen Menge rasch zunimmt; erst wenn alles Ammoniak verbraucht ist, beginnt regelmässig ein Oxydationsprocess, der schliesslich alles Nitrit in Nitrat überführt. Dieser letztere Process wird durch andere Bakterien eingeleitet. Zunächst fand Winogradsky die Funktion der Nitratbildung an kurze eckige Stäbchen gebunden, die er in Kieselgallerte (der eine Salzlösung von 100 Wasser, 0,4 Ammoniumsulfat, 0,05 Magnesiumsulfat, 0,1 Kaliumphosphat, einer Spur Calciumchlorid und 0,6—0,9 Natriumkarbonat der Kohlenstoffquelle der Nitrobakterien zugesetzt wird) isolirte. Später fand er noch ähnliche Organismen in verschiedenen Bodenproben, z. B. aus Java und aus Zürich.

Wie die Salpeterbildung im Boden und in organischen Flüssigkeiten an die Entwicklung aërobiotischer Spaltpilze geknüpft ist, so findet durch anaërobiotische Bakterien in sauerstofffreiem

Boden eine Reduktion der Nitrate im Ackerboden statt, wobei Stickoxydul oder Stickstoff entwickelt wird. Dehérain und Maquenne haben zuerst nachgewiesen, dass dieses für den Ackerbau so wichtige Reduktionsvermögen des Bodens nicht eintritt, wenn die Erde durch stundenlanges Erhitzen auf 110—120° C. oder durch die Einwirkung von Chloroformdämpfen sterilisirt wird. Sterilisirte Erde erhält aber durch Infection durch frische (bakterienhaltige) Erde das Reduktionsvermögen zurück.

Die Urheber der Milchsäurebildung und der Milchgerinnung.

§ 18. Bacillus (acidi) lactici (Hüppe), Bacillus der Milchsäuregerinnung (Pasteur's ferment lactique) bildet kurze plumpe Stäbchen, welche etwa ½mal länger als breit, meistens zu 2 angeordnet sind, selten Ketten von 4 bilden. Bei Trockensystemen und ohne Färbung erscheinen die einzelnen Zellen fast oval und zwei derartige Zellen machen je nach der mehr oder weniger verschiedenen Trennung bald den Eindruck zweier nebeneinander liegender ovaler Zellen oder eines in der Mitte leicht eingeschnürten Stäbchens, wie sie Pasteur beschrieb, während die noch nicht getheilten Zellen ausgesprochene Stäbchen sind. Die kleineren (oval erscheinenden) Zellen sind 1—1,7 μ lang und 0,3—0,4 μ dick, die ausgewachsenen Stäbchen (vor der Theilung) bis 2,8 μ lang. Die endständigen kugligen Sporen werden durch ein kurzes Aufkochen der Milch nach Hüppe nicht getödtet. Auf Gelatineplatten bildet der Pilz anfangs kleine weisse Pünktchen, später grauweiss schimmernde, porzellanartig glänzende Auflagerungen mit durchscheinendem Rand. Bei entsprechender Vergrösserung haben die oberflächlichen Kolonieen das Aussehen flacher, ausgebreiteter Blättchen von gelblicher Färbung in der Mitte, mit unregelmässig ausgebuchtetem, sehr zartem, verblasstem Rand. In Stichkulturen treten erst längs des Impfstichs zarte Körnchen auf, später entwickelt sich auf der Oberfläche ein grauweiss schimmernder, dicker, trockener, bauchiger Belag. Entwickelt sich in Milch erst von 10—12° C. an, am raschesten bei 35—42°. Spaltet den Milchzucker in Milchsäure und Kohlensäure (zwischen 15 und 45° C.). Der Bacillus lactici ist der Haupturheber des Sauerwerdens und Gerinnens der Milch, das nur durch Bakterien bewirkt werden kann. Pasteur hat durch Versuche bewiesen, dass die Milch bei Abschluss der Bakterien beliebig lange süss erhalten werden kann. Die Milch besteht der Hauptsache nach aus einer

Lösung von Caseïn (mit etwas Eiweiss), Milchzucker und Wasser, in welcher mit einer Hülle versehene Fettkügelchen umherschwimmen. Die durch den Bacillus aus dem Milchzucker abgespaltene Milchsäure bringt das Caseïn zum Gerinnen. In sterilisirter Milch ruft der Bacillus lactici bei 25—30° innerhalb 15—24 Stunden ein schön gleichmässiges, gelatinöses Erstarren hervor. Es ist der Bacillus lactici aber nicht der einzige Pilz, welcher das Sauerwerden und Gerinnen der Milch veranlasst. Aehnlich wie er verhalten sich in sterilisirter Milch noch sechs von Marpmann studirte Arten, ferner nach Malapert u. A. eine Anzahl sehr verbreiteter Wasserbakterien und mehrere Sarcinearten. (Auch einige pathogene Bakterien haben die gleiche Eigenschaft, so nach Krause der Staphylococcus (pyogenes) aureus, nach Passet eine Anzahl anderer Eiterpilze.) Gewöhnliche saure Milch ist nicht durch Reinkultur von Bakterien entstanden, sondern in ihr wirken meist mehrere Bakterienarten zusammen. Immer ist aber die Milchsäuregährung eine Bakterienwirkung, deren Urheber von den Stallungen und Aufbewahrungsräumen der Milch, in denen eine Art Lokalisation der Fermentorganismen gegeben ist, durch die Luft, Gefässe und Manipulationen so leicht und frühzeitig in die Milch gelangen, dass es nur bei grosser Vorsicht gelingt, dies zu vermeiden, und es scheint, als enthielte die Milch schon die Urheber der Zerstörung. Käufliche Milch enthält stets eine grosse Anzahl normaler Milchbakterien.

Der künstliche Milchwein (Kumys) entsteht durch vereinte Wirkung von normalen Milchsäurebakterien und Bierhefe, während der natürliche durch eine besondere Hefe und einen Spaltpilz, Bacillus (Diaspora) caucasicus Kern erzeugt wird. Eine Milchsäuregährung ist es ferner, welche die Entstehung des Sauerkrautes, saurer Gurken, die Reifung eingemachter Bohnen etc. bewirkt, auf die wir ohne die Milchsäurebakterien verzichten müssten.

Ausser der durch Säuren bewirkten Caseïngerinnung der Milch giebt es noch eine bei alkalischer Reaktion verlaufende Fällung des Caseïns, eine Gerinnung der Milch ohne Milchsäurebildung, der ähnlich, welche durch Kalbslab und labartige Fermente der Feigen, Artischoken, Carica papaya, Pinguicula(?) verursacht wird. Eine derartige, bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion vor sich gehende gallertige Gerinnung der Milch, der dann rascher oder langsamer die Lösung des ausgeschiedenen Caseïns folgt, wird gleichfalls durch

verschiedene Spaltpilze verursacht, welche sich regelmässig in normaler Milch finden, und da ihre sehr widerstandsfähigen Sporen die Siedetemperatur — im Gegensatz zu den Milchsäurebakterien — zu überdauern vermögen, auch noch in abgekochter Milch zur Geltung kommen können. Zu ihnen gehören die von Duclaux studirten und unter dem Namen Tyrothrix zusammengefassten Bacillen, welche das Reifen des Cantalkäses bewirken, ferner der Kartoffelbacillus (B. [mesentericus] vulgatus), Löffler's weisser Milchbacillus und Gummibacillus, und als Haupturheber

Bacillus butyricus Hüppe, der Buttersäurebacillus. Letzterer bringt das Caseïn der Milch zur Gerinnung, löst das Albuminat auf und führt es in Pepton und einige weitere Spaltungsprodukte, darunter Ammoniak, über, wobei bitterer Geschmack der Milch entsteht. Er findet sich auch in fleischigen Wurzeln.

Derselbe bildet kurze oder längere, manchmal etwas gekrümmte Stäbchen, wächst auch zu Fäden aus, ist sehr beweglich — im Gegensatz zu dem nahe verwandten Clostridium butyricum — auch an der Luft gedeihend. Peptongelatine wird durch ihn rasch verflüssigt, indem er in der Tiefe schöne gelbe Häufchen bildet, die zu einer braunen Masse zusammenfliessen. Er wächst am üppigsten zwischen 35° und 40°, weniger gut bei 30°, die Axe der Spore fällt mit der Längsaxe des Keimstäbchens zusammen.

Dieser und andere Pilze, welche die Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff zerlegen ($2C_3H_6O_3 = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 4H$) ist meist mit dem Clostridium butyricum Prazm. verwechselt worden. So glaubte man, dass letzterer (und der „Heubacillus") beim Reifen des Käses eine Hauptrolle spielt, doch hat Adametz nachgewiesen, dass diese Arten nicht in Betracht kommen, dass vielmehr die Käsereife ein sehr komplizirter Process ist, bei dem zahlreiche Bakterien, darunter auch verschiedene Buttersäuregährung erregende Arten, mehrere Bacillen und eine Sarcina, nach einander wirksam werden. E. Duclaux hatte bereits gefunden, dass an der allmählichen Veränderung des Cantalkäses im Geschmack, Geruch, Aussehen weit mehr als 30 (genauer beschriebene) Pilze (er schätzt die Zahl auf mehr als 100) betheiligt sind, die das Eiweiss zersetzen, darunter Milchsäure, Buttersäure, Harnsäureferment und alkoholische Hefe. Das Zusammenwirken so vieler konkurrirender Pilze erklärte ihm das leichte Misslingen bei der Bereitung des Cantal- und Roquefortkäses. Adametz hat (H. Thiel's Landwirth-

schaftl. Jahrbücher 1889, p. 227—270) 19 Bakterienarten (6 Mikrokokken, 5 Sarcinaarten, 6 die Gelatine verflüssigende und 6 sie nicht verflüssigende Bacillen) neben 3 Hefen beschrieben, welche er aus zwei verschiedenen Käsesorten isolirt und kultivirt und bezüglich ihrer Wirkung näher untersucht hat. In einem Gramm Emmenthaler Käse (Hartkäse) fand er 850000, in der speckigen äusseren Schicht des gewöhnlichen Weichkäses (sogen. Hauskäses) 5600000 Bakterien. Die frisch gefüllte, auf der Presse geformte, aus Paracaseïn und Fett bestehende Käsemasse enthält in 1 g 90000 bis 140000 Bakterien, darunter viele die Gelatine verflüssigende Arten und eine Sarcina in bedeutender Zahl. Im Laufe der nächsten Woche erfolgt eine langsame Vermehrung der Bakterien, hauptsächlich der die Gelatine nicht verflüssigenden, und unter ihnen vor allen des als Bacillus IX beschriebenen (Adametz unterscheidet die Bakterien nur durch Nummern), welcher nur Mikrokolonieen bildet. Von den verflüssigenden Arten stirbt ein Theil ab. Im weiteren Verlauf des Reifungsvorganges nimmt die Zahl der Bakterien im Käse noch zu und erreicht am Ende etwa 850000 pro Gramm. Die Zahl der verflüssigenden Arten wächst dann wieder. Die Ansicht von Cohn und Benecke, welche specifische Bakterienarten für die verschiedenen Käsesorten annehmen, hält Adametz nicht für richtig, da er die meisten Species sowohl im Hartkäse, wie im Weichkäse fand. Bei beiden Käsen war stets vorhanden in grosser Zahl Bacillus XIX, er bildete oft 80—90% aller Kolonieen. In zweiter Linie waren die Bacillen XIII—XVII wichtig, welche das Milchcaseïn fällen und unter Bildung peptonartiger Verbindungen wieder lösen oder in einen weich gallertigen Zustand versetzen, wie ihn die speckige Aussenschicht der Hauskäse zeigt, auch XI—XVII, die peptonisirende Substanzen abscheiden. Mit Ausnahme von XIX sind diese Bakterien aërob, sie finden sich daher im Emmenthaler Käse, der dem Luftzutritt weniger ausgesetzt ist, als der wasserreiche Hauskäse im ersten Reifestadium (vor der Lochbildung) seltener vor. Für die Spaltpilze, welche Adametz als Micrococcus I—IV, Sarcina VII—VIII, Bacillus XVIII bezeichnet, ist Milch als Nährmaterial zwar untauglich, dieselben verwenden jedoch die von den Spaltpilzen der ersten Gruppe erzeugten Stoffe zu ihrem Unterhalt, hindern deren schädliche Anhäufung und nehmen wahrscheinlich an der Produktion gewisser Geruchs- und Geschmacksstoffe der verschiedenen Käsearten theil. Andere Bakterienarten (rother Micrococcus VI, Sarcina IX und X) scheinen beiläufige Beimengungen

zu sein. Gewisse Hefearten können durch Vergährung des Milchzuckers bei der Lochbildung mitwirken. — Es ist nicht zu ersehen, ob der Bacillus XIX von Adametz identisch ist mit dem von Cohn für Clostridium gehaltenen Pilz, welcher nach Cohn bei dem Schweizerkäse, holländischen Käse und anderen Rahm- oder Süssmilchkäsen das eigentliche Reifen bewirkt. Bei dem aus der sauren Milch gewonnenen mageren Hand-, Limburger Käse etc. werden durch andere Bakterien, nach Cohn z. B. durch Micrococcus ureae (Ammoniak) noch weitere Gährungen erzeugt, deren Endprodukte Leucin, Tyrosin, zuletzt Ameisen-, Essig-, Butter-, Baldriansäure etc. sind, welche letzteren den Geruch alter Käse erzeugen.

Als Urheber der Blaukrankheit des Edamer Käses wurde gleichfalls ein Bacillus (B. cyaneofuscus Beyerink) erkannt, wie Adametz einen rothen Micrococcus im Käse fand. Bacillus Schäfferi Freudenreich bewirkt Aufblähen und „Nissigwerden" der Käse.

Bacillus (fluorescens) nonliquefaciens Krueger, schlanker, abgestumpfter, 1,5—2,5 grosser Bacillus mit endständigen elliptischen Sporen, aërob und anaërob, Wachsthumsoptimum 15—18° C., auf Gelatine zerschlitzte, blattähnliche Kolonieen bildend, in der umliegenden Gelatine dunkelgrüne Fluorescenz verursachend, nicht verflüssigend. Stichkanal weiss, warzig. Der Pilz bildet Buttersäure, nicht durch direkte Zersetzung des Milchzuckers oder der daraus entstandenen Milchsäure, sondern er spaltet die Triglyceride des Milchfettes in Gycerin und Fettsäuren und wandelt die letzteren in Buttersäure oder, weiter gehend, in Ameisensäure um, zugleich bewirkt er unter Schwefelwasserstoffentwicklung Fäulniss der Eiweisskörper der Milch und führt dieselben in Trimethylamin und Ammoniak über.

R. Krüger fand diesen Pilz neben dem gewöhnlichen Milchsäureferment Bacillus lactici Hueppe, einem zweiten Milchsäureferment Micrococcus (acidi) lactis Krueger (einem ovalen Coccus mit Diplokokken und Tetradenbildung, 1—1,5 μ, der weisse Kolonieen bildet, Gelatine verflüssigt und am besten bei 20—22° C. wächst), und, neben 2 Hefen, Saccharomyces flava (lactis) und S. (acidi) lactis in käsiger Butter.

Der Milchsäuremicrococcus führt den Milchzucker in Milchsäure über ohne Abscheidung von Kohlensäure (später vollzieht er eine Umwandlung der Eiweisskörper in leichtlösliche peptonartige), während der Milchsäurebacillus noch Kohlensäure (und etwas Alkohol) abscheidet.

v. Nägeli vergleicht das Zuckermolekül mit einer Nuss, die an der Naht leicht, durch Druck schwer zu öffnen ist. Es hat jedoch verschiedene solche Nähte (Spaltungsrichtungen der Krystalle, z. B. des Gypses), an der einen lässt es sich in Alkohol und Kohlensäure $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$, an einer zweiten in zwei Milchsäuremoleküle $C_3H_6O_3$, an einer dritten in Mannit und Kohlensäure spalten. Den Anstoss zu der einen oder anderen Spaltung geben die molekularen Bewegungen des Plasmas in den Pilzzellen. Die durch Gährung entbundene Wärme oder Spannkraft erhält umgekehrt die molekularen Bewegungen des Plasmas (ähnlich wie bei einer brennenden Kerze durch den Verbrennungsprocess Wärme frei wird, die ihrerseits neue Verbrennung ermöglicht). Die dritte Art dieses Zerfalles wird bewirkt nach v. Nägeli durch die

§ 19. Urheber der Mannitgährung oder schleimigen Gährung (Gummigährung der Autoren).

Dieselben machen zuckerhaltige Flüssigkeiten schleimig fadenziehend, erzeugen den „langen“ Wein, „langes“ Bier, fadenziehende Milch und verursachen in Wein- und Bierkellern, wie in Milchwirthschaften oft beträchtlichen Schaden. Bisweilen tritt die Mannitgährung so intensiv auf, dass die Flüssigkeit selbst aus der umgekehrten Flasche nicht herausfliesst. E. Kramer, welcher neuerlich die schleimige Gährung einem eingehenderen Studium unterworfen hat, fand, dass dieselbe nur in Gegenwart von Eiweisssubstanzen, phosphorsaurem Kali oder Natron etc. stattfindet, und dass neben dem gebildeten Schleime, der kein eigentlicher Gummi, sondern ein Kohlehydrat von der Formel $C_6H_{10}O_5$ ist, stets Mannit und CO_2 in grösserer oder kleinerer Menge sich vorfindet. Der Schleim, der nach Kramer's Ansicht ein Umwandlungsprodukt der Pilzcellulose ist, wird durch Alkohol aus den fadenziehenden Flüssigkeiten gefällt als amorphe, weisse, in Wasser quellende, fadenziehende Substanz, die Jod nicht färbt, durch Alkalien gelb gefärbt, gelöst und chemisch gebunden wird. Der Niederschlag wird durch Alkohol als feinschuppiger Niederschlag gefällt. Der Schleim wird als Assimilationsprodukt der Gährungserreger angesehen, Mannit und CO_2 sind als Produkte der inneren Athmung der Bakterien aufzufassen, bei der aber zunächst CO_2 und H gebildet wird, welch letzterer sich im Status nascendi mit der vorhandenen Glykose etc. zu Mannit verbindet. Kramer unterscheidet drei Arten schleimiger Gährung, deren jede durch specifische Bakterien hervorgerufen wird.

Die saccharosehaltigen Flüssigkeiten mit neutraler oder schwach alkalischer Reaktion wird bewirkt durch Bacillus (viscosus) sacchari Kramer. Derselbe bildet 1 μ dicke, 2,5—4 μ lange Stäbchen, an den Enden schmal abgerundet, oft Ketten bis zu 50 Gliedern bildend. Auf Kartoffeln einen schmutzigweissen zähen Belag, auf Möhrenscheiben einen hyalinen Schleim, auf Saccharose, Agar, Gelatine länglichrunde, weissliche Kolonieen, im Stichkanal flockige Ballen bildend, die Gelatine nicht verflüssigend. Temperaturoptimum bei 22° C. Er wächst nicht auf sauren Nährböden, ist fakultativ aërob. Saure Glykoselösungen, z. B. Wein, werden durch Bacillus (viscosus) vini Kramer fadenziehend. Letzterer ist 0,6—0,8 μ dick, 2—6 μ lang, Scheinfäden bis 14 μ bildend, anaërob, auf festem Nährboden nicht gedeihend.

Neutrale, schwach alkalische oder sehr schwach saure Lösungen des Milchzuckers, vor Allem Milch, werden nicht durch die beiden genannten Arten, sondern durch einige andere in schleimige Gährung versetzt. Als Erreger derselben fanden Schmidt-Mühlheim einen Coccus von 1 μ Durchmesser, dessen stark lichtbrechende Zellen sich oft zu langen, rosenkranzartigen Ketten zusammensetzen und der eine grosse Ansteckungsfähigkeit für Milch besitzt, Hüppe Mikrokokken, Löffler Bacillen, Adametz kultivirte aus Bachwasser (bei Wien) einen Bacillus, der die Milch im höchsten Grade fadenziehend macht, den er Bacillus lactis viscosus Adametz nennt. Er bildet sehr kurze Stäbchen von etwa 0,4—0,7 μ Durchmesser und einer dicken lichtbrechenden Hülle, die z. B. in Milchkulturen oft die doppelte Dicke des Stäbchens selbst erreicht. Auf glycerinhaltigen Peptongelatineplatten erreichen die oberflächlich gelegenen weisslichen Kolonieen schon nach 7—8 Tagen einen Durchmesser von 1 cm von prachtvollem Farbenspiel, ähnlich dem des Edelopals. In Milchkultur hat sich nach 3—4 Wochen eine solche Schleimmasse gebildet, dass man mit einem Glasstabe meterlange Fäden daraus ziehen kann. Das Fett der Milch geht dabei aus dem Emulsionszustand in den der Lösung über.

Die Milch machen noch fadenziehend und schleimig nach Adametz: 1) Kleine, von Schmidt-Mühlheim beobachtete Kokken, 2) von Hüppe gefundene Kokken, 3) die Duclaux'schen Actinobacterarten, 4) Löffler's Bacillus der schleimigen Milch, 5) der Weigmann'sche Coccus, 6) der muthmassliche, auf Pinguicula vorkommende Urheber der schwedischen Dickmilch oder langen Milch, 7) der Kartoffelbacillus (B. [mesentericus] vulgatus), 8) der von Schütz

isolirte, von Katz beschriebene Micrococcus schleimiger Milch, 9) Streptokokken, 10) der Guillebau'sche Bacillus c, den Freudenreich beschrieb, endlich 11) die aus Bierwürze und Bier stammenden van Laer'schen Bacillen Nr. I und II, die eine grüne, fadenziehende Schicht bilden.

In Nordholland fügt man nach Beyerinck bei der Käsebereitung der Milch die Kultur eines schleimbildenden Milchsäurecoccus, die sogenannte „lange Wei" hinzu. Es werden dadurch einige gefährliche Käsekrankheiten, wie die durch den Bacillus cyaneofuscus Beyerinck verursachte Fleckenbildung des Käses, verhindert.

Bittere Milch erzeugende Bakterien sind von Krüger, Weigmann, Conn (C. für Bakt. IX, 20, p. 653) beschrieben worden.

Micrococcus (acidi) paralactici Nencki et Sieber, Urheber der Paramilchsäuregährung. Meist in Form von Diplokokken oder in längeren Ketten, ohne Eigenbewegung, verflüssigen Gelatine nicht, wachsen in Glycerin-Agar und Gelatine sehr rasch. Die Kokken scheinen eine Kapsel zu besitzen, sie bringen sterile Milch nach 48 Stunden zum Gerinnen und sind pathogen (bei Meerschweinchen brandige Nekrosen erzeugend). Aus Rauschbrandtumoren entnommen.

Der Pilz bildet aus Zucker die optisch aktive Fleisch- oder Paramilchsäure, während die Rauschbrandbacillen Zucker zu Gährungsmilchsäure und diese unter CO_2- und H-Entwicklung zu Buttersäure vergähren. Wirken beide Bakterien gleichzeitig auf Zucker ein, so bildet jede ihre eigene Milchsäure, es entstehen Gährungs- und Fleischmilchsäure neben einander. Ausserdem treten normaler Butylalkohol und Buttersäure auf.

Einer weiteren Beobachtung in Nencki's Laboratorium zufolge erzeugt ein von Schardinger aus Wasser isolirter Spaltpilz, welcher Kurzstäbchen bildet, aus Rohrzucker und Dextrin Linksmilchsäure, während die durch Micr. paralactici erzeugte Paramilchsäure die Polarisationsebene rechts dreht. So bildet weiter Bacterium (coli) commune aus Glykose Rechtsmilchsäure, das ihm sonst gleiche, aus dem Ileum isolirte Bacterium Bischleri Nencki optisch inaktive Milchsäure. Reinkulturen erzeugen stets die gleiche Milchsäure.

Die Milchkothbakterien Escherich's und die Bakterien der Darmgährungen.

§ 20. Bacterium (lactis) aërogenes Esch., B. coli commune Esch. u. A. rufen im Darm des Säuglings pathogene Erscheinungen hervor (oft mit letalem Ausgang wahrscheinlich durch Erzeugung von Toxinen etc.). Sie bilden Essigsäure und Milchsäure (Ameisensäure), vielleicht zunächst Milchsäure, die weiter zu Essigsäure oxydirt wird.

Auch bei Erwachsenen werden durch Bakterien verschiedene Darmgährungen verursacht. Gessner fand z. B. im Zwölffingerdarm des Menschen (meist Verunglückter, die vorher noch gesund waren) konstant oder sehr zahlreich 7 Bakterienarten, darunter Bacterium (coli) commune und besonders

Bacterium tholoeideum Gessn. und Streptococcus (pyogenes) duodenalis. Ersterer bildet Kuppen auf Gelatine; die schleimigen Kolonieen enthalten Kurzstäbchen und Ovalformen, bringen sterilisirte Milch unter Säurebildung zum Gerinnen und wirken bei Mäusen eingespritzt pathogen. S. duodenalis ist möglicherweise mit S. pyogenes identisch und gleichfalls pathogen.

Die Cellulosegährung.

§ 21. Bacillus amylobacter — Clostridium butyricum Prazmowski, früher mit dem Milchsäurebacillus verwechselt, gilt als Haupturheber der Cellulosegährung, doch wird nach Winogradsky, van Senus u. A. auch durch eine Reihe anderer Mikroben die Cellulose unter Wasseraufnahme in Kohlensäure und Sumpfgas ($C_6H_{10}O_5 + H_2O = 3\,CO_2 + 3\,CH_4$) zerlegt und nach van Senus vermöchte der B. amylobacter nur in Symbiose mit anderen Bakterien die Cellulosegährung zu bewirken.

Bacillus amylobacter bildet grosse dicke Stäbchen mit abgerundeten Ecken von 3—10 μ Länge und 1 μ Breite, die häufig in Ketten angeordnet sind, ist, ähnlich wie der Buttersäurebacillus, sehr beweglich. Bei der Sporenbildung nehmen die Stäbchen Spindel- oder Kaulquappenform an, bei ihrer Keimung fällt die Axe des Keimstäbchens mit der Längsaxe der Spore nicht zusammen, die Membran platzt und wird häufig noch lange von den jungen Stäbchen nachgeschleppt. Eine 5 Minuten anhaltende Siedehitze tödtet auch die Sporen.

Der Pilz besitzt eine der Granulose gleiche eigenthümliche Reaktion, wird bei der Berührung mit wässeriger Jodlösung tief

indigoblau bis schwarzviolett. In Lösungen von Stärke, Zucker, Dextrin oder milchsauren Salzen erzeugt er reichliche Mengen von Buttersäure unter gleichzeitiger Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff; auch Caseïn wird nach Titz durch ihn langsam gelöst.

Nach van Tieghem ist dieser ausgeprägt anaërobiotische Pilz ein viel verbreiteter Zerstörer der Pflanzenorgane (Wurzelfäule etc. verursachend) und hat schon zur Steinkohlenzeit gelebt. Nach Böhm und von Thümen hat derselbe z. B. das Absterben der Ailanthusbäume in der Ringstrasse zu Wien bewirkt.

(Vgl. die Hauptarbeit van Senus Bijdrage tot de Kennis der cellulose gisting 188 S. u. 2 Taf. London 1890.)

Bacillus Polymyxa (Prazmowski) — Clostridium Polymyxa Prazm. bildet auf gekochten Zuckerrüben und Kohlrüben gallertig krause Massen von ähnlichem Aussehen wie Leuconostoc mesenterioïdes Cienk. und Ascococcus Billrothii Cohn, von mehreren Centimeter Durchmesser, an der Oberfläche von Nährflüssigkeiten Zooglöa in Form einer dicken Rahmhaut. Er ist meist aërobiotisch, nur fakultativ anaërobiotisch, übt Gährwirkungen aus und scheidet vermuthlich ein Ferment ab, welches Cellulose und Stärke zu lösen vermag.

Weit ausgedehnte Schleimüberzüge in feuchten Kellern und Bergwerken bilden auch viele der sogen. Kellerbakterien, zu denen z. B. Leucocystis cellaris, Hyalococcus cellaris, Ascococcus cellaris, Mycothece cellaris, Myconostoc gregarium, Leuconostoc Lagerheimii β subterranea gehören.

Tabaksfermentation.

§ 22. Eine Reihe von Gährungserscheinungen, welche von technischer und industrieller Bedeutung sind, sind bisher von den Bakteriologen und Hefeforschern völlig vernachlässigt worden. So habe ich (Neue Pilzwirkungen, Wiss. Rundschau d. Münchener N. N. 524, 13. Nov. 1889) z. B. daran erinnert, dass die Herstellung schlechteren oder besseren Sohlenleders von der richtigen Fermentation des Leders durch die „Sauerbrühe“ der Gerber in hohem Grade abhängig, dass bei der Herstellung der verschiedenen Schnupftabaksorten wie bei der Reifung des Rauchtabaks wie in hundert anderen Fällen die Pilze unentbehrliche Faktoren sind. Erst neuerdings (Ber. d. D. B.-Ges. 1891, H. 3, p. 79) hat Emil Suchsland die Betheiligung der Spaltpilze bei der Tabaksfermen-

tation einer eingehenderen Untersuchung unterzogen. Dieselbe wird eingeleitet, indem man den sogen. dachreifen Tabak in grossen Haufen von hundert und mehr Centnern fest zusammenpackt. Je nach dem Feuchtigkeitsgehalt tritt früher oder später eine sehr starke Erwärmung ein, der Tabak „schwitzt“ und dabei vollzieht sich die Bildung derjenigen aromatischen und sonstigen Verbindungen, welche beim Verbrennen auf unseren Geschmacks- und Geruchssinn, sowie auf unser Nervensystem einwirken. Suchsland hat nachgewiesen, dass hierbei Gährungen durch Spaltpilze hervorgerufen werden, deren eine in der Umwandlung des Nicotins in Nicotinkampher besteht. An allen fermentirten Tabaken fanden sich Spaltpilze in grosser Menge, aber meist nur 2—3 Arten an den einzelnen Sorten. Es wurden Tabake aus der Havanna, von St. Domingo, aus Kentucky, Brasilien, der Türkei, Griechenland, Russland, der Pfalz, Elsass-Lothringen, dem Breisgau und der Uckermark untersucht.

Die rein kultivirten Bakterienspecies (Bacteriaceen und Coccaceen) erzeugten, auf beliebige Tabaksorten gebracht, in diesen Geschmacks- und Geruchsveränderung, welche an den Geschmack und Geruch ihres ursprünglichen Nährbodens erinnern.

Die Tabaksqualität kann bei uns nach Suchsland nicht durch Hebung der Bodenkultur und Einführung edlerer Sorten allein verbessert werden, vielmehr fehlen uns die gut fermentirenden Spaltpilze aus den Ursprungsländern, unser Tabak erleidet immer nur eine „wilde Gährung“. Die edlere Gährung lässt sich aber durch rein kultivirte Bakterien einleiten, und gelang es Suchsland, Pfälzer Tabak durch sie so zu verändern, dass sichere Kenner einheimischen Tabaks denselben für ausländischen Tabak rauchten. (Die Resultate von Suchsland erinnern an die von Rommier über das Bouquet des Weins und von Hansen über Biersorten, s. d.)

Die Bakterien der Essigsäurebildung.

§ 23. Bacillus aceti (Kütz). (= Ulvina aceti, Mycoderma aceti, Bacterium aceti), der gewöhnliche Urheber der Essigsäuregährung, Essigmutter.

Vegetative Zellen stäbchenförmig, sehr kurz (ca. 3 μ), dünn (ca. 1,5 μ), meist leicht gekrümmt, in Fäden auswuchernd, die ebenso wie die Stäbchen in Kurzglieder zerfallen und dann das Aussehen

von Micrococcusketten erhalten, oft mit Involutionsformen. Der Pilz ist in einer dicken Schleimmasse eingebettet und bildet an der Oberfläche der Flüssigkeiten Häutchen.

Pasteur hat 1860 gezeigt, dass dieser Spaltpilz in schwach alkoholischen Lösungen mit Mineralstoffen lebt und wächst und unter Sauerstoffabsorption aus der Luft den Alkohol zu Essigsäure oxydirt ($C_2H_6O + 2\,O = C_2H_4O_2 + H_2O$).

Die verschiedenen Methoden der Essigfabrikation beruhen auf Kulturen des Bacillus aceti. Hobelspäne etc., über die man die alkoholhaltigen Flüssigkeiten, das sogen. Essiggut (Wein, Bier, Branntwein etc.) fliessen lässt, werden zuvor mit Essig, in dem stets der Pilz enthalten ist, getränkt. Der Essig des praktischen Lebens ist verdünnte Lösung der Essigsäure. Nach Pasteur oxydirt derselbe Pilz, nachdem er allen Alkohol einer Flüssigkeit zu Essigsäure oxydirt hat, die letztere weiter zu Kohlensäure und Wasser, wirkt daher in altem Essig nachtheilig. Methylalkohol wird in Ameisensäure oxydirt.

Nicht zu verwechseln mit der Essigmutter ist die auf gegohrenen Flüssigkeiten auftretende Kahmhaut, welche mit der Essigbildung nichts zu thun hat und aus dem Saccharomyces Mycoderma, einer Hefe, besteht, die nach A. Herzen von der gebildeten Essigsäure lebt, deren Entwicklung daher mit dem Sauerwerden des Weines Hand in Hand geht. Bei Anwesenheit einer Kahmhaut, durch welche die Säuren verbrannt, die Flüssigkeiten neutral gemacht werden, geht die Umwandlung des Alkohols rascher von statten, da bei der alleinigen Anwesenheit der Essigmutter (wie bei der Reinfabrikation des Essigs) die gebildete Essigsäure schliesslich die Weiterentwicklung des Bacillus aceti hemmt.

Beyerinck fand die Essigbakterien im Staub des Getreides allgemein verbreitet (daher die Essigbildung im Sauerteig und in vergohrenen Malzauszügen).

Ausser Bacillus aceti vermögen noch eine Reihe anderer Spaltpilze in grösserer oder geringerer Menge Essigsäure zu bilden, so z. B. Micrococcus Pasteurianus Hansen, der sich dem B. aceti gleich verhält, dessen Zellen aber konstant mit Jod die blaue Stärkereaktion zeigen, während der gewöhnliche B. aceti mit Jod gelb gefärbt wird.

Das Sauerwerden der Speisen und die Krankheiten des Weines (Kahmigwerden, schleimiger, bitterer Wein) werden

durch verwandte Pilze erzeugt, weshalb der Wein an Feuer, Bouquet und Werth wesentlich gewinnt, wenn er in den Flaschen vor dem Verkorken auf 50—70° C. erwärmt wird (Pasteurisiren).

Leuconostoc mesenterioïdes (Cienk.), van Tiegh., Pilz der Dextrangährung.

Vegetative Zellen 0,8—1,2 μ breit, kuglig, farblos, perlschnurartig verbunden. Ketten in weite Schleimhüllen eingebettet, die den Verlauf der hin- und hergebogenen Ketten haben, bis faustgrosse höckerige, schmutzigweisse, durchscheinende, knorpelige Ballen bildend. Die aus den anschwellenden und sich mit Membran umgebenden Kettengliedern gebildeten Sporen, welche den Ursprung neuer Ketten bilden, kuglig, 1,8—2 μ im Durchmesser. Auf Zuckerrüben, Mohrrüben, in der Melasse der Zuckerfabriken. In Zuckerfabriken wandelt er den Zucker in knorpeligen Schleim, Dextran, $C_{12}H_{10}O_{10}$ um und ist bei den Technikern als „Froschlaich" gefürchtet.

Die Entwicklung des Pilzes geht oft sehr schnell vor sich. So beobachtete Durin, dass in einem Holzbottich, an dessen Wänden trotz des Auswaschens von dem Leuconostoc Schleim zurückgeblieben war, eine etwa 50 Hektoliter betragende neutrale Lösung von Melasse mit 10 Proc. Zucker innerhalb 12 Stunden nach der Einbringung sich durchweg in eine aus den Leuconostoczooglöen gebildete kompakte Gallertmasse umgewandelt hatte. Nach van Tieghem werden bei Bildung von 40—45 Pfund Spaltpilzmasse 100 Pfund Zucker verbraucht. Der Pilz entwickelt sich auch in künstlichen Zuckerlösungen, in Traubenzucker- sowohl als in Rohrzuckerlösungen, wenn man ihm Stickstoff in Form von salpetersauren Alkalien und die mineralischen Elemente in Form von Phosphaten darbietet und zur Neutralisirung der gebildeten Säure etwas kohlensauren Kalk zusetzt. Rohrzucker wird durch den Pilz invertirt. Der Zooglöenknorpel ist so konsistent, dass sich mittelst des Rasirmessers daraus Schnitte herstellen lassen.

Eine wässerige Lösung von Campecheholzextrakt färbt die Pilzgallerte braun, Kupferoxydammoniak blau.

Photobakterien.

§ 24. Phosphorescirende Körper, deren Phosphorescenz nach unseren heutigen Erfahrungen durch Bakterien erzeugt wird, sind zwar schon den Alten bekannt gewesen — Aristoteles kannte

bereits die Phosphorescenz der Seefische und vielleicht auch die des Fleisches —; man kam aber erst spät zu der Erkenntniss, dass das Leuchten durch Bakterien verursacht wird, und erst die neueste Zeit hat begonnen, die einzelnen photogenen Bakterien in gleicher Weise zu unterscheiden, wie dies bezüglich der pathogenen, chromogenen, zymogenen schon länger geschehen ist. Die bisherigen Untersuchungen beziehen sich aber nur auf diejenigen Arten, die ich wegen ihrer Herkunft (aus dem Meere), wie auch wegen ihrer Vorliebe für kochsalzhaltige Nährböden als halophile bezeichnet habe.

Vorkommen derselben. Am meisten bekannt ist unter den Phosphorescenzerscheinungen, welche die Leuchtbakterien hervorrufen, die todter Meeresthiere, der Seefische, Krebse etc., welche zu Markte kommen. Von ihnen aus geht auch die Phosphorescenz zahlreicher lebender Thiere. So haben Giard und Billet durch Infectionsversuche festgestellt, dass das von ihnen beobachtete Leuchten von Flohkrebsen (Gammarus, Talitrus, Orchestes etc.) durch verschiedene der bekannten Leuchtbakterien (Photobacterium Giardi (Billet, Ph. phosphorescens Ph. Fischeri) verursacht wird, welche sich verwundete Thiere einimpfen, wenn sie unter den Auswürfen des Meeres die Ueberreste der von den Fluthen herangetriebenen und leuchtend gewordenen Fische fressen. Die Photobakterien erzeugen bei diesen Thieren zugleich eine Infectionskrankheit, die meist mit dem Tode endigt. Etwa 48—60 Stunden nach der Infection mit dem Blut eines Leuchtthieres etc. leuchtet z. B. Talitrus mit mattem, weisslichem Licht, die Thiere zeigen noch die frühere Lebhaftigkeit. Am 3. oder 4. Tage wird die Phosphorescenz intensiv grünlich, das Thier verbreitet um sich einen hellen Schein, man sieht das Leuchten noch in 10 m Entfernung, die Bewegungen des Thieres werden langsamer. Nach weiteren 3—6 Tagen hören letztere auf und das Thier stirbt. Der Kadaver leuchtet dann nur noch einige Stunden und nimmt sodann eine bräunliche Färbung an. Mit gutem Erfolg wurde auch die Impfung an Hyale Nilssoni Rathke, Ligea oceanica L. und den Isopoden Philoscia muscorum und Porcellio scaber nach H. L. Russel, der jedoch die pathogene Natur des Pilzes bestreitet, zuletzt auch bei Palaemon serratus ausgeführt.

Das Leuchten des Fleisches und der Fleischwaaren der Schlächterläden lässt sich gleichfalls, wie ich nachgewiesen habe, durch die von Seefischen entnommenen Bakterien (Photo-

bacterium Pflügeri und Ph. phosphorescens) willkürlich hervorrufen. Es hat dies Leuchten des Fleisches von jeher besonderes Aufsehen gemacht. Der erste genaue Bericht über leuchtendes Fleisch rührt von dem Anatomen P. Hieronymus Fabricius ab Aquapedente her, der zu Rathe gezogen wurde, als Ostern 1592 die Stücke eines Lammes zu Padua leuchteten. Das Licht stellte sich 1 1/2 Tage nach dem Schlachten ein und dauerte wenigstens 4 Tage. Ein mit dem Fleisch in Berührung gekommenes Stück Bockfleisch leuchtete gleichfalls. Im April 1641 war Thomas Bartholinus zu Montpellier Zeuge einer ähnlichen Erscheinung, die namentlich an Hammel- und Ochsenfleisch beobachtet wurde. Rob. Boyle und Beal berichteten 1672 und 1676 über die Phosphorescenz von Kalb-, Schweine- und Hühnerfleisch. Bei einem Kalbsviertel hielt das Leuchten 8 Tage an. Auch Linné kannte das Leuchten des Fleisches. 1868 wurde es zu Bern und Heidelberg und seitdem vielfach beobachtet und untersucht. J. Nüesch hatte beobachtet, dass eine grössere Anzahl Schweinskoteletten im Dunkeln über und über lebhaft grünlich leuchteten, und die Erscheinung dann eingehender untersucht. Bei dem Fleischer, welcher die Koteletten geliefert hatte, leuchtete alles Fleisch, das in die Vorrathskammer gebracht wurde. Das Leuchten in dem Fleischerladen hielt, trotzdem Diele und Wände gereinigt wurden und das Fleisch von einem anderen Orte herbeigeschafft wurde, von Ostern bis Pfingsten an. Fleisch von Kaninchen, Katzen, Hunden, Vögeln und Fröschen wurde gleichfalls leuchtend, wenn es mit dem Bakterienschleim inficirt wurde. Obwohl die Phosphorescenz der Fleischwaaren in Seestädten und Orten, die nahe am Meer gelegen sind, am häufigsten vorzukommen scheint, kommt sie doch auch im Binnenland nicht selten an frischem Fleisch vor. So habe ich in Greiz wiederholt das Leuchten in den Fleischerläden und an den verschiedensten vom Fleischer bezogenen Waaren (auch an Wurstschale) beobachtet und es gingen mir von den verschiedensten Orten solche zur Untersuchung zu.

Das gleichmässige Leuchten des Meeres — an dem funkelnden, weniger regelmässigen Leuchten sind ja bekanntlich allerlei Leuchtthiere, besonders Protozoën (Noctiluca etc.) betheiligt — wird gleichfalls durch Bakterien verursacht. Pflüger, dem wir den ersten Nachweis für die Bakteriennatur der Leuchtmasse der Seefische und die ersten eingehenderen wissenschaftlichen Studien über die Phosphorescenz der Fische etc. verdanken, hat auch

zuerst die Beobachtungen zusammengestellt, die darauf hindeuten, dass das Meeresleuchten nicht immer durch Thiere hervorgerufen wird, sondern häufig auch durch Spaltpilze. G. A. Michaelis fand bei Kiel im Fischerlegger und im kleinen Kiel, wo sich faulende animalische und vegetabilische Körper in Menge finden, im September und Oktober nicht selten das Meereswasser leuchtend [1]. Filtrirpapier, welches Infusorien zurückhielt, ergab ein leuchtendes Filtrat, erst ganz feines Druckpapier benahm dem Filtrat die leuchtende Substanz, die nur aus Organismen von der Grösse der Bakterien bestehen konnte. Meyen fand leuchtenden Schleim, der keinerlei Thiere enthielt, auf offener See, häufiger in den Häfen der Tropengegenden. In ähnlicher Weise berichten noch viele Andere von leuchtendem Meeresschleim, der nichts anderes als Bakterien enthalten konnte, wie Valmont de Bomare, Patrin, Dessaignes, Tilesius. Ehrenberg, der in einem Werke über das Leuchten des Meeres alle derartigen Beobachtungen zusammengestellt hat, hat selbst im Rothen Meer diesen leuchtenden Schleim beobachtet, der nie ein mikroskopisches Thierchen enthielt, während er in leuchtendem Meereswasser aus der Nordsee massenhafte Noctilucen u. a. Infusorien auffand. Die neueren Beobachtungen und Untersuchungen haben gezeigt, dass das durch verschiedene Bakterien verursachte Meeresleuchten ein sehr verbreitetes ist. Fischer fand es im Indischen Ocean durch einen Bacillus verursacht. Frank, Fischer, Hermes fanden Leuchtbakterien als die Urheber des gleichmässigen Leuchtens der Nordsee, das sich von dem durch Noctilucen erzeugten dadurch unterscheidet, dass nicht nur das bewegte Wasser (z. B. das Kielwasser eines Schiffes) aufleuchtet, sondern die ganze Oberfläche wie ein glänzender Spiegel erscheint. Das Leuchten der Ostsee verursacht nach Beyerinck Photobacterium luminosum. Meyen fand im Atlantischen Ocean zwischen 8° nördl. und 2° südl. Breite in grosser Menge einen fadenförmigen Schizophyten, eine „Oscillatoria“ (nach der Vermuthung Zopf's eine Beggiatoa), phosphorescirend. Katz hat schliesslich im Meerwasser um Sidney in Australien von Meeresthieren, welche in Sidney zu Markte kommen, eine Anzahl leuchtender Bakterien rein gezüchtet. — In den grösseren Meeresaquarien stellt man durch die Bakterien jetzt künstliches Meeresleuchten her.

---

[1]) Michaelis, Ueber das Leuchten der Ostsee, Hamburg 1830.

Die zuerst aufgestellte Art von Leuchtbakterien, welche je nach dem Vorkommen von verschiedenen Autoren verschieden benannt wurde, besteht nach den genaueren Untersuchungen der Neuzeit aus verschiedenen selbständigen Arten. Die Zahl der halophilen Bakterien ist dann bald durch neue Arten vermehrt worden. Sie alle werden von Beyerinck zu der Gattung Photobacterium gestellt. Alle Arten dieser Gattung gedeihen nur gut, wenn der Nährboden wenigstens 3½ % Kochsalz oder diesem verwandte Verbindungen enthält. Sie verlieren das Leuchtvermögen, wenn dem Nährboden 2 % oder mehr Glukose hinzugefügt wird, und bilden dann eine Säure. Das Pepton ist ihre Hauptstickstoffquelle, während sie den Kohlenstoff den sehr verdünnten Lösungen der Glukose, Lävulose, Maltose, Galactose und dem Glycerin entnehmen können. Zur Phosphorescenz ist ein neutraler oder schwach alkalischer Boden nöthig, eine Spur Säure hebt die Phosphorescenz auf. Alle können durch die Kultur einen beweglichen Zustand annehmen, worin sie dann nach der Sauerstoffquelle zu schwimmen, und nehmen unter gewissen Bedingungen Spirillen- und Vibrioform an. Sie scheiden kein diastatisches invertirendes Ferment ab, können daher Rohrzucker und Milchzucker nicht zur Nahrung oder Lichtentwicklung brauchen. Sie geben ein kontinuirliches Spektrum zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und G.

Photobacterium phosphorescens Beyerinck (Micrococcus phosphoreus Cohn, Bacterium lucens Nüesch, Micrococcus Pflügeri Ludw.) ist der häufigste Leuchtpilz todter Fische und tritt je nach dem Nährboden in Form von runden oder unregelmässigen Kokken auf, öfter mit dunklerem Zellkern; seltener bildet es längere oder kürzere Stäbchen oder Doppelkokken, zum Theil mit langsamer Bewegung. Die Stäbchen sind etwa 0,5 μ dick und 1 μ lang, die Kokken 0,5—2 μ im Durchmesser.

Photobacterium Pflügeri Ludwig et Beyer. verursacht gleichfalls Leuchten todter Fische, des Fleisches, des Meerwassers, ist aber seltener als ersteres. Es ist die am intensivsten leuchtende Art von allen Leuchtbakterien. In peptonhaltiger Nährgelatine sind ihre Individuen länger und schmaler und zeigen weniger Neigung, als die von Ph. phosphorescens, zu sarcineähnlichen Anordnungen.

Beide Arten verflüssigen die Gelatine nicht und vergähren Lävulose, Glukose, Galactose unter Entwicklung gleicher Mengen Kohlensäure und Wasserstoff. Sie gehören zu den

Peptonkohlenstofforganismen Beyerinck's, d. h. zu denen, die ihren ganzen Stickstoffbedarf aus den Peptonen decken, zur Kohlenstoffentnahme (zur Assimilation, mit der das Leuchten in inniger Beziehung steht) aber andere Kohlenstoffverbindungen, wie jene Zuckerarten, Glycerin, Asparagin in nicht zu grosser Menge (dann schädlich!) nöthig haben. Während aber Ph. phosphorescens Maltose in gleicher Weise wie Glukose und Lävulose vergährt und sein Leuchtvermögen durch Maltose zu unterhalten vermag, wird durch Ph. Pflügeri die Maltose nicht assimilirt und sie vermag die Assimilation dieses Pilzes nicht zu unterhalten. Beide Arten können auch in einem völlig sauerstofffreien Substrat wachsen und sich vermehren, die Phosphorescenz und Vergährung der Zuckerarten findet aber nur in Gegenwart von Pepton und Sauerstoff statt, wobei letzterer in einem an die Bakterien gebundenen Zustand befindlich sein kann.

Die Leuchtbakterien können wachsen, ohne Phosphorescenz zu erzeugen. Dunkle Kulturen können durch Sauerstoffmangel, durch Salzmangel, durch Mangel an Kohlehydraten verursacht werden, doch sind auch bei Vorhandensein aller zum Leuchten nöthigen Stoffe aus phosphorescirenden Arten nicht phosphorescirende Vartietäten durch fortgesetzte Zuchtwahl gewonnen worden. K. B. Lehmann hat auf salzarmen Nährböden Kulturen zwei Monate lang in gutem Wachsthum gehabt, ohne dass sie leuchteten, während Abimpfungen auf Salz-Agar prächtig leuchteten. Diese Eigenschaft der Photobakterien, auch in dunklen Kolonieen aufzutreten, macht es wahrscheinlich, dass dieselben auch im Binnenland eine weitere Verbreitung haben, und dürfte manche der weiter unten zu erwähnenden Phosphorescenzerscheinungen ihre Erklärung hierin finden.

Beyerinck hat die Leuchtnährstoffe und Wuchsnährstoffe (plastischen Nährstoffe) für Ph. phosphorescens und Ph. Pflügeri genauer untersucht. Die Platten werden nach ihm mit dem Gemenge einer Bakteriensorte mit einer Nährgelatine bedeckt, in der einer der Nährstoffe im Uebermass enthalten ist. Nach einiger Zeit wird Leuchten und Wachsthum aufhören, da nur der letztere Nährstoff übrig bleibt. Bringt man dann auf die Gelatine die zu untersuchenden Nährstoffe, so bilden diese durch lokales Auflösen der Gelatine und Diffusion von dem Verflüssigungscentrum aus ein kreisförmiges Diffusionsfeld. Handelt es sich dabei um Leuchtnährstoffe, so entsteht bald, meist nach wenigen Sekunden, ein Licht-

feld, das sich mit der Diffusionsgeschwindigkeit des betreffenden Stoffes ausbreitet, bis dieser ganz und gar an die Bakterien gebunden ist, die nun weiterleuchten. Ist der Nährstoff ein solcher, dass er auch Wachsthum und Zelltheilung zu unterhalten vermag, so verursacht er nicht allein ein Lichtfeld, sondern ein bleibendes Feld lebhafterer Bakterienentwicklung, ein Wuchsfeld (Auxanogramm), er wirkt plastisch. Ein Leuchtnährstoff muss zugleich auch plastisch wirken, wogegen ein plastischer nicht immer lichtgebend zu sein braucht.

Um die Bakterien in grosser Menge zu den Untersuchungen zu erhalten, hat Beyerinck Fischabkochung in Meerwasser verwendet, der er 1% Pepton und 2% Glycerin zusetzte. Hierauf häufen

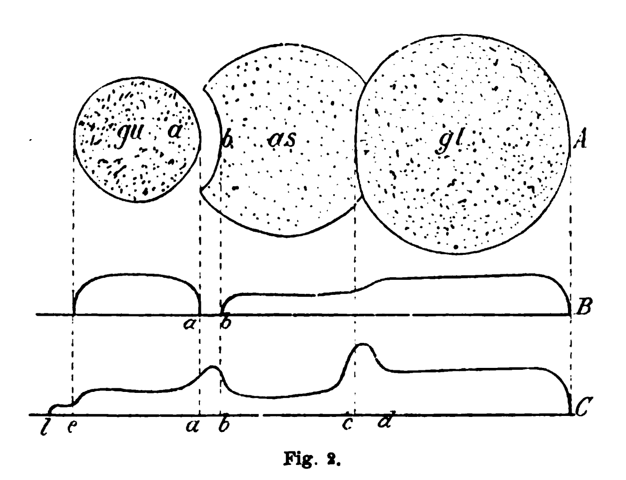


Fig. 2.

sich die Bakterien nach 2—3 Tagen zu einer beträchtlichen gelblichgrauen, weichen Masse an, die sich leicht in Gelatine und Meerwasser vertheilen lässt. Gut hergerichtete Platten sind chemisch so empfindlich, dass sie auf viele Stoffe schon nach einigen Sekunden reagiren, insbesondere auf Lävulose und Glukose etc. Die Bunsen'sche Flammenreaktion findet hier ihr physiologisches Analogon; hinsichtlich der Dauer der Erscheinung wird die Flammenreaktion durch das Bakterienlicht noch übertroffen. Von grossem Interesse sind die Auxanogramme, die man erhält, wenn man auf Phosphorescens-Pepton-Gelatinegrund Diffusionsfelder von Glukose, Asparagin und Glycerin neben einander bringt. Es tritt dann die durch obige Figur veranschaulichte Erscheinung ein, wobei die oberen Kreise

die Auxanogramme der Glukose (gu), des Asparagins (as), Glycerin (gl) darstellen, die obere Curve die zugehörige Wachsthums-, die untere die zugehörige Lichtintensität graphisch veranschaulicht. Das Auxanogramm des Glycerins und der Glukose zeigte die grösste Wachsthumsintensität, bei dc ist noch Licht aber keine Bakterienvermehrung durch die geringe Glukosemenge; zwischen a und b, wo das Glukose- und Asparaginfeld in einander greifen, ist Lichtboden, aber kein plastischer Boden vorhanden. (Vgl. M. W. Beyerinck, Over lichtvoedsel and plastich voedsel van Lichtbakterien. Amsterdam, 1890.)

Die hohe Empfindlichkeit der Photobakterien und ihrer Lichtentwicklung gegen Nährstoffe findet Anwendung z. B. bei der Untersuchung von Enzymen in physiologischen Fragen, die sich auf gewöhnlichem chemischem Wege nicht lösen lassen. Das verschiedene Verhalten des Photobacterium phosphorescens und Ph. Pflügeri dient zur Feststellung, ob bei diastatischen Processen Glukose oder Maltose als Produkt auftritt. Die Prüfung geschieht auf folgende Weise: Einer Mischung von Meerwasser mit 8% Gelatine, 1% Pepton und 1/4 % gekochter Kartoffelstärke fügt man einmal Ph. phosphorescens, ein andermal Ph. Pflügeri hinzu. In den leuchtenden Platten, die man so erhält, bleibt die Stärke ganz unverändert. Bringt man jedoch auf die Platten Präparate, die Diastase enthalten, so diffundirt diese in die Gelatine nach allen Seiten und setzt die Stärke in Zuker und Dextrin um, Beyerinck fand, dass bei Verwendung von Maltose, Dextrinose, Pankreasdiastase, Ptyalin, Nephrozymose, Amylobacterdiastase, Diastase von den Fruchtwänden von Cytisus Laburnum, von auskeimendem Buchweizen, Mirabilis Jalapa, Mais, auf dem Phosphorescensgrunde bald Lichtfelder auftreten, denen später entsprechende Wuchsfelder folgen, auf dem Pflügerigrund dagegen entstanden weder Licht- noch Wuchsfelder. Es folgt daraus, dass die genannten Diastasesorten bei Umwandlung der Stärke keine Glukose erzeugen, sondern Maltose oder eine zwischen der Maltose und dem Maltodextrin stehende Zuckerart, auf die gleichfalls Ph. Pflügeri nicht reagirt. — Bei Untersuchung invertirender Enzyme benutzt man nur eine der Leuchtbakterien. Lässt man z. B. auf einer mit Ph. Pflügeri oder phosphorescens beschickten Seewasser-Peptongelatine Diffusionsfelder von Rohrzucker, Raffinose, Milchzucker (die selbst keine Lichtnahrung bilden) entstehen und bringt auf die Gelatine Strichkulturen invertirender Organismen, so entstehen Licht-

streifen durch den Invertzucker. Macht man z. B. Striche von Saccharomyces Kefyr, S. cerevisiae, S. ellipsoideus, S. Ludwigii, so wird der von S. Kefyr (der ein invertirendes Enzym, Lactose erzeugt) in allen drei Diffusionsfeldern hellleuchtend; S. cerevisiae, S. ellipsoideus, S. Ludwigii geben dagegen Striche, die nur in Raffinose und Rohrzucker leuchten, nicht aber in dem Milchzucker (das Enzym, das Invertin, invertirt letzteren nicht). — Auf andere mikrochemische Methoden, bei denen die Photobakterien verwendet werden (Nachweis der Sauerstoffentbindung bei Mikroorganismen etc.) gehen wir hier nicht weiter ein.

Die Abhängigkeit des Ph. phosphorescens und Ph. Pflügeri von der Temperatur ist eine sehr merkwürdige. Leuchtendes Fleisch, das ich eine Nacht hindurch einer Kälte von —10° C. aussetzte, leuchtete dann in der Wärme weiter, ebenso leuchteten Kulturen auf Schweinefleisch und in Gelatine, nachdem sie kürzere Zeit auf —15° abgekühlt waren, in der Wärme wieder, die Gelatinekulturen so lange, bis die Gelatine durch Erwärmung verflüssigt wurde, die Kokken brachten aber auch dann noch ein rohes Cotelett, auf das sie übertragen wurden, wieder zum Leuchten. Andere Beobachter fanden die Bakterien nach Abkühlung auf —12° noch lebend. Die Intensität des blaugrünen Lichtes ist am grössten bei etwa 15—20°, nach Lehmann bei 24°. Die Kulturen in Nährgelatine bieten bei diesen Temperaturen einen prächtigen Anblick dar, der bei schwacher Vergrösserung dem des Sternenhimmels oder richtiger eines Sternhaufens durch das Teleskop gleicht. In meinen Versuchen hörte die Phosphorescenz bei 38—39° auf, kehrte aber später wieder, während eine Temperatur von 47° sie auf die Dauer aufhob; auch Lehmann fand ein Erlöschen bei 40°, eine völlige Vernichtung des Leuchtvermögens bei 45°. Forster giebt an, dass in seinen Versuchen das Leuchten schon von 32° an aufgehört und bei einer mehrstündigen Erwärmung der Kulturen auf 35—37° auf die Dauer verschwand.

Da die genannten Photobakterien auf Fischen, Krebsen und Fleisch der Schlachtthiere häufig auftreten, und, wie früher erwähnt wurde, bei niederen Thieren pathogen wirken können, lag die Frage nahe, ob der Genuss der von ihnen besiedelten Nahrungsmittel auch für den Menschen und für die Hausthiere schädlich ist. Die Versuche von K. B. Lehmann und Tollhausen verneinen dies. Stark leuchtendes Pferdefleisch wurde von Katzen ohne Schaden gefressen, leuchtende Bouillon von Tollhausen ohne Schaden getrunken und

Kaninchen ohne Schaden eingeimpft. Eine erfahrene Hotelköchin theilte den genannten Forschern mit, dass das Fleisch sowohl in Würzburg als in Kissingen recht oft leuchtend werde, stets aber ohne üblen Einfluss zum Braten und Kochen verbraucht werde. Das Fleisch — namentlich vom Wild — sei nachher sogar besonders zart.

Photobacterium Fischeri Beyer. und Ph. balticum Beyer., die Bakterien der Ostsee, sind den beiden genannten Arten gleich Peptonkohlenstoffbakterien, sie verflüssigen aber die Gelatine, während sie Lävulose und Glukose nicht vergähren und ohne Sauerstoff nicht leben können (aërob sind).

Photobacterium Fischeri Beyer. Der Leuchtpilz der Ostsee (aus dem Kieler Hafen) zeichnet sich durch kleinere Dimensionen der beweglichen Stäbchen und Vibrionen aus. Dieselben sind nur 0,1—0,3 μ dick und ca. 1 μ lang (Fischer giebt für seinen einheimischen Leuchtbacillus die Länge 1,3—2,1 μ und die Breite 0,4—0,7 μ an). Längere Fäden und Spirillen scheinen zu fehlen. Die Kolonieen bilden an der Oberfläche der Gelatine sehr tiefe Aushöhlungen; sie wachsen sehr lange, über 4—6 Wochen, ohne Erneuerung des Nährbodens, während die der anderen Photobakterien nach 7—12 Tagen verlöschen. Das Licht hat nicht die schöne blaugrüne Farbe des Ph. Pflügeri und Ph. phosphorescens, sondern geht mehr in das Orange über. Ph. Fischeri ist gegen die Wirkung des Rohrzuckers sehr empfindlich, der in sehr geringen Mengen das Leuchtvermögen sehr vermehrt, bei Zusatz von ½ % aber das Wachsthum hemmt und das Leuchtvermögen sistirt.

Ph. balticum Beyer. von gleichem Vorkommen wie Ph. Fischeri, verflüssigt die Gelatine schwächer, leuchtet und gedeiht noch gut bei Zusatz von 3—5 % Rohrzucker. Beide Arten erzeugen ein Enzym, durch welches aus der verflüssigenden Gelatine ein Pepton ausgeschieden wird. Durch Zuchtwahl hat Beyerinck Varietäten gezogen, die sich bezüglich der Verflüssigung der Gelatine etc. von den typischen Arten unterschieden. Sie sind am besten zu kultiviren in Fischabkochung mit Meerwasser, dem 1 % Glycerin, ½ % Asparagin und 8 % Gelatine zugesetzt werden. Glukose und in geringerem Grade Lävulose und Maltose bewirken ein Aufhören des Leuchtens und der Verflüssigung (Glukose schon im Zusatz von 1 %), während dunkle Kulturen von Ph. phosphorescens durch Maltose wieder leuchtend werden.

Die Ostsee-Photobakterien leuchten von 5—25° C. gleich gut, die etwa 5 Minuten einwirkende Temperatur von 35°, wie eine länger dauernde Einwirkung von 32° haben ein Erlöschen zur Folge.

J. Forster hatte durch von Haren-Noman Photographieen der sich selbst photographirenden Kulturen von Ph. phosphorescens herstellen lassen, die Tilanus näher erörtert hat. Fischer hatte in gleicher Weise von leuchtenden Heringen Selbstphotographieen erhalten und bei Phosphorescenskulturen Bilder der Kulturgefässe mit erhalten, bei Fischerikulturen gelang dies jedoch nicht, nur die leuchtenden Abschnitte der Kultur wurden fixirt.

Photobacterium indicum (Fischer) Beyer., das westindische Leuchtbacterium, und Ph. luminosum Beyer., das das ruhig gleichmässige glanzlose Leuchten der Wasser der Nordsee verursacht, bilden eine dritte Gruppe von Photobakterien, die sehr bewegliche Vibrionen und Vibrillen bildet, sie verflüssigen die Nährgelatine stark und peptonisiren dieselbe durch ein tryptisches Enzym. Sie erfordern zu ihrer Ernährung allein Pepton und eiweissartige Stoffe, sie gehören im Gegensatz zu den bisher genannten Arten (Pepton-Kohlenstoffmikroben) zu den Peptonbakterien.

Ph. indicum aus dem Westindischen Meer hat nach Ph. phosphorescens das höchste Leuchtvermögen, leuchtet am besten bei 20 – 35°, kommt aber unter 15° nicht mehr fort und verräth sich hierdurch als ächten Tropenbewohner. Das Wachsthum stark leuchtender Kolonieen ist schwächer als das der wenig leuchtenden. Durch fortgesetzte Selektion gelang es Beyerinck, die Phosphorescenz des Ph. indicum zu verstärken. Die Stäbchen von Ph. indicum sind wenig biegsam.

Ph. luminosum fand Beyerinck zwischen Scheveningen und Katwijk das Meeresleuchten der Nordsee verursachen. Phosphorescenz des Fleisches, der Kartoffeln, Milch etc. wird durch dieses Ph. ebenso wenig wie durch Ph. Fischeri verursacht. Die Kulturen (am besten Fischabkochung mit Meerwasser mit ½ % Pepton und 7 % Gelatine) enthalten schnell bewegliche, längere oder kürzere Vibrionen und Spirillen, die sich während der Bewegung lebhaft krümmen. Das Optimum der Phosphorescenz liegt bei 12—15°, bei 20° verschwindet sie. Die Kolonieen enthalten dann vorwiegend Proteusformen.

Ph. indicum und Ph. luminosum sind sehr empfindlich gegen

äusserst geringe Zuckermengen. 1 % Glukose und weniger hebt bei Ph. luminosum das Leuchtvermögen auf, 3—5 % hemmen die Verflüssigung der Gelatine und das Wachsthum. Ph. indicum reagirt etwas weniger fein und kann bei Gegenwart von Asparagin, das die schädliche Wirkung des Zuckers zum Theil kompensirt, selbst noch bei 4 % Glukose Licht geben; aber untersucht man dann die Bakterien in der nicht verflüssigten Gelatine, so findet man, dass sie die abnorme Gestalt kleiner unregelmässiger Protozoën haben. Kleine Mengen von Lävulose, Glukose $^1/_{10}$ % erhöhen das Licht von Ph. indicum, wie Asparagin das von Ph. luminosum erhöht.

Der Intensität nach folgen nach Gelatinekulturen, die mir vorlagen, die genannten Photobakterien in dieser Weise auf einander: Ph. Pflügeri, Ph. phosphorescens, Ph. indicum, Ph. Fischeri, Ph. balticum, Ph. luminosum. Bei den beiden ersteren ist die Farbe des Lichtes lebhaft blaugrün, bei Ph. indicum schwächer; Ph. Fischeri, das noch schwächer ist, erschien mir weisslich gelbroth (unter der Wirkung des Kontrastes), Ph. luminosum leuchtete am mattesten mit einem Stich ins Gelbliche.

Den erwähnten sechs Photobakterien schliessen sich weitere sechs halophile Arten an, die O. Katz um Sidney in Australien aus dem Meereswasser und von todten leuchtenden Seethieren kultivirt hat.

Photobacterium cyaneum (Bacillus cyaneo-phosphorescens Katz) aus Seewasser, 17 km südlich von Sidney, verwandt mit Ph. indicum Beyer. in frischen Deckglaspräparaten von frischen Agarkulturen, gerade, an den Enden abgerundete Stäbchen darstellend, 2,6 μ lang (2 $^1/_2$mal so lang als breit). Im hängenden Tropfen von Nährbouillon zeigten die einzelnen oder zu zweien verbundenen Stäbchen lebhafte Eigenbewegungen. Bei fortgesetzter Kultur entstanden bis 0,8 mm lange Fäden, die mannigfach gebogen und eingeknickt erschienen. Leuchtet am besten bei etwa 26° und zwar bläulich mit einem Stich ins Grünliche. Kulturen gelb bis gelblichbraun. Die Art ist fakultativ anaërob.

Photobacterium smaragdinum (Bacillus smaragdino-phosphorescens Katz), von einem auf dem Markt von Sidney gekauften Hering (Clupea hypselosoma Bleek), bildet einfache 2 μ lange und ca. 1 μ dicke Stäbchen mit etwas verjüngten Enden, einzeln oder zu zweien, oder kokkenartige Zellen. Eigenbewegung und Fadenbildung nicht beobachtet. In einigen Punkten dem Ph. phosphorescens und Ph. Pflügeri verwandt. Farbe crêmeartig.

Optimum der Temperatur 20—24° C. Aërob. Leuchtet smaragdgrün, intensiver als vorige Art.

Photobacterium argenteum (Bacillus argenteophosphorescens I Katz) wurde wiederholt aus Proben von Seewasser von Port Jackson (Hafen von Sidney) entnommen. Stäbchen ca. 2,5 μ lang, 0,8 μ dick. In älteren Kulturen vereinzelte bis 10 μ lange wellige Fäden bildend. Einer Varietät des Ph. Fischeri in vielen Punkten gleichend. Optimum 14—23° C. (Farbe der Kolonieen hellgelb mit einem Stich ins Grünliche. Aërob. Das ausgestrahlte Licht ist ein mildes Silberweiss.

Photobacterium Katzii (Bacillus argenteo-phosphorescens II Katz) von Tintenfisch (Loligo) und „Gar-Fish" (Hemirhamphus intermedius Cant.) des Sidneyer Fischmarktes. Länge der Stäbchen ca. 2,7 μ, Breite 0,67, in Kultur vereinzelte kurze Fäden bildend. Kolonieen gelblich, hie und da citrongelb. Optimum der Temperatur ca. 20—24° C. Aërob. Licht intensiver als das der vorigen Art, aber schwächer als das von Ph. smaragdinum. Licht auf Fischen grün-silbern.

Photobacterium Loliginis (Bacillus argenteo-phosphorescens III Katz), mit dem vorigen von Loligo. Individuen etwas dünner als die der vorigen Art, im hängenden Tropfen mit deutlicher Eigenbewegung, in Kultur ausser sehr häufigen Diploformen kurze Fäden bildend. Temperaturoptimum wie bei voriger Art. Farbe gelblich. Aërob. Licht dem der vorigen Art zuerst ähnlich, dann schwächer.

Photobacterium liquefaciens (Bacillus argenteo-phosphorescens liquefaciens Katz) aus Seewasser von Bondi Bay bei Sidney. Stäbchen ca. 2 μ lang und 0,67 μ breit, an den Enden abgerundet. Mit lebhafter Eigenbewegung, bildet in Nährbouillon massenhaft längere und kürzere gewundene und gebogene Fäden. Kolonieen gelblich. Temperaturoptimum 24°. Fakultativ anaërob. Die Art kommt dem Ph. luminosum Beyer. nahe. Licht am schwächsten.

Ein längerer Aufenthalt der sechs Arten in einer Temperatur von + 33—36° wirkte tödtlich oder mindestens stark abschwächend. Auch bei den australischen Arten sind zur Phosphorescenz vor allem Sauerstoff und Salze, wie Chlornatrium, Dinatriumphosphat etc. nöthig. Kommt es nicht auf Vermehrung der Bakterien an, so ist das Meerwasser mit der ihm eigenen Kombination von Salzen das geeignetste Substrat zur Erzielung der Phosphorescenz, und es ist erstaunlich, zu sehen, welch geringe Menge von gut leuchtenden

Kulturen genügt, um eine verhältnissmässig kolossale Menge Seewassers in den Zustand eines prächtigen Leuchtens zu versetzen. Der Intensität des Lichtes nach ordnen sich die australischen Photobakterien folgendermassen: Ph. smaragdinum, cyaneum, Katzii, argenteum, Loliginis, liquefaciens.

Katz hat ebenso wie Beyerinck, Billet, Giard dunkle Kulturen beobachtet, aus denen sich leuchtende wieder erziehen liessen.

Ausser den genannten Arten sind noch beschrieben worden: Photobacterium Giardi (Billet), das bereits anfangs erwähnt wurde, ferner noch zwei Arten, welche nach Dubois einen eigenthümlichen Fall von Symbiose darstellen (R. Dubois: Sur le rôle de la symbiose chez certains animaux marins lumineux. Cpt. rend. t. 105, p. 690, t. 107, p. 502): Photobacterium Pholas (Du Bois) und Ph. Pelagia (Du Bois).

Du Bois war es gelungen, aus der Bohrmuschel (Pholas dactylus), deren Phosphorescenz bereits den Alten bekannt war, zwei Stoffe zu isoliren, bei deren Berührung im Reagenzglas Phosphorescenz entstand, die er Luciferin und Luciferase nannte. Der letztere Stoff bestand weiteren Untersuchungen zufolge aus einem Mikroorganismus (Bacillus Pholas Du Bois), der in reiner Gelatine nicht leuchtete, wohl aber in alkalisch gemachter salziger, stickstoff- und phosphorhaltige Verbindungen (Nucleïn, Lecithin) enthaltender Gelatine in Berührung mit der Luft lebhaft bläulich phosphorescirte. Das Luciferin, das in Wasser, Steinöl, Benzin, Aether, schwer in Alkohol löslich ist, zeigt gerade die für die Phosphorescenz geeignetste Zusammensetzung. Die Phosphorescenz beruht auf einer Symbiose zwischen dem Photobacterium Pholas und der Bohrmuschel, die demselben den geeigneten Nährboden (in bestimmtem Verhältniss salzhaltig und alkalisch) bereitet. Das Thier hat die Fähigkeit, das Mittel zu modificiren, letzteres ist ein anderes bei dem ruhenden Thier, das nicht leuchtet, ein anderes bei dem erregten, das eine grosse Menge phosphorescirender Flüssigkeit absondert. In gleicher Weise fand Du Bois in dem von dem Mantel der Leuchtqualle (Pelagia noctiluca) abgesonderten Schleime einen Organismus, der je nach Abänderung des Kulturmittels beliebig zum Leuchten und Verlöschen gebracht werden konnte. Auch die Pelagia noctiluca vermag in der Produktion des Luciferins auf die Leuchtthätigkeit seines Inwohners, des (in langen Fäden Sporen bildenden)

Photobacterium Pelagia (Du Bois) einen Einfluss auszuüben. Da das Luciferin auch bei anderen Leuchtthieren vorkommt, so liegt die Annahme nahe, dass die erwähnten Fälle von Symbiose nicht vereinzelt dastehen.

Phosphorescenzerscheinungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach noch durch Schizomyceten verursacht werden, sind auch im Binnenland nicht selten, sie sind aber bisher noch nicht näher untersucht worden. Die Maulwurfsgrille ist wiederholt mit phosphorescirenden Flecken am Körper beobachtet worden, Flohkrebse (Gammarus pulex), Flusskrebse, Eierlarven und Puppen der Schwammmücke Ceroplatus sesioides, Eidechseneier und zahlreiche andere Thiere und Thierorgane sind gelegentlich leuchtend gefunden worden, wie auch regelmässig zu leuchten scheinen die Süsswasserthierchen Ceratium cornutum und Cyclops brevicornis. So ist es weiter bekannt, dass Milch, Harn, Schweiss (Leuchten des ganzen menschlichen Körpers), Speichel Kranker, Eiter, die verschiedensten Thierstoffe und thierischen Absonderungen unter Umständen geleuchtet haben. Der Geheimerath Hermbstädt kannte einen Bauern in Thüringen, der so oft leuchtete, als er stark schwitzte, besonders lebhaft unter den Armen und wenn er seinen Körper mit den Händen rieb. So berichtet Joh. Friedr. Henkel von einem Freunde, der so heftig getanzt hatte, dass er ohnmächtig wurde, dass dessen Hemd beim Auskleiden im Dunkeln leuchtete etc. Dr. Lovén in Lund erzählte mir, dass bei seinem Bruder, nachdem er eben eine Kinderkrankheit überstanden hatte, der Speichel phosphorescirte. Pflüger hat die Phosphorescenz des Harns näher erörtert. Patouillard berichtet über ein phosphorescirendes Exemplar von Agaricus acerbus und ist geneigt, die Phosphorescenz den Bakterien zuzuschreiben, die sich neben Saccharomyces reichlich auf dem Pilze fanden. Das Leuchten des Holzes ist irrthümlicher Weise wiederholt den Bakterien zugeschrieben worden, wird jedoch durch die Mycelien höherer Pilze erzeugt.

Bezüglich der Ursache der Phosphorescenz nehmen die meisten Forscher (z. B. Beyerinck, Lehmann, Katz) an, dass dieselbe intracellulär an die Bakterienzelle selbst gebunden sei, während ich auf Grund verschiedener Beobachtungen die Möglichkeit aussprach, dass die Bakterien nur das Leuchten verursachen, indem sie leuchtende Körper abscheiden, oder die Ozonisirung solcher bewirken (Photogentheorie). Die Veranlassung hierzu gab mir die Entdeckung Radziszewski's (Liebig's Ann. d. Chemie

Bd. 203 p. 305. Bot. Centrbl. 1881 VII p. 325 ff.), dass es eine Menge organischer Körper giebt, welche (ohne Bakterien) lebhaft phosphoresciren, wenn sie sich in alkalischer (das Freiwerden des Ozons erleichternder) Reaction mit dem Ozon chemisch verbinden. Da diese Körper dreiatomigen Sauerstoff (Ozon) aus dem gewöhnlichen zweiatomigen nur bei langsamer Oxydation bilden, so ist diese die günstigste Bedingung für ihre Phosphorescenz. Radziszewski fand bereits 1877, dass das Lophin und Verwandte bei Gegenwart von Sauerstoff schon unter + 10° sehr stark phosphorescirten, wenn die Substanz alkalisch reagirte und die Wirkung eine langsame war, während es bis dahin nur bekannt war, dass gewisse organische Verbindungen, namentlich der Fettreihe (Wachs, Leberthran), bei einer Temperatur von ca. + 150° zu leuchten anfangen. Im weiteren fand R., dass die als Ozonerreger bekannten ätherischen Oele (z. B. Terpentinöl) und die aromatischen Kohlenwasserstoffe, ferner die fetten Oele und ihre Bestandtheile, die eigentlichen Fette und die Alkohole mit mehr als vier Kohlenstoffatomen, schliesslich noch einige andere Körper, wie Taurochol, Glycochol, Cholsäure, Protagon, ebenfalls, in Verbindung mit Alkalien schwächer oder stärker erwärmt, phosphoresciren. In organischen Körpern können die Alkalien durch die nicht selten auftretenden Basen Cholin, Neurin u. a. ersetzt werden (Lophin und Alkohol mit einer dieser Basen oder Leberthran in Toluol gelöst und mit einigen Tropfen Cholin- oder Neurinlösung versetzt, leuchten schon unter + 10° sehr stark). Das Für und Wider der beiden Phosphorescenztheorieen, von denen bisher weder die eine noch die andere genügend widerlegt ist, soll hier nicht weiter ausgeführt werden.

Pigmentbakterien.

Bacillus syncyanus (Ehrenb.) Hüppe, Urheber der in manchen Milchwirthschaften häufig auftretenden blauen Milch, vermehrt sich durch Theilung und Sporenbildung. In der Mitte fester Nährsubstanz sind die Stäbchen dichtgedrängt und kleiner, 1—1,4 μ lang; die grösseren des Randes 2,3—3,5 und vor der Theilung bis 4 μ lang und 0,3—0,5 μ breit, mit leicht abgestumpften Enden, Sporen endständig, rundlich. Auf Gelatineplatten entstehen feingekörnte, schmutzigweisse, kreisrunde Kolonieen mit glattem Rand und zuletzt leichter Dunkelfärbung der umgebenden Gelatine. Die Stichkulturen sind nagelkulturähnlich mit milchweissem Köpfchen, die umgebende Gelatine ist diffus gräulichblau, später dunkel bis

schwarz färbend, auf Agar-Agar gräulich, das Agar-Agar dunkelbraun färbend. Auf Kartoffeln ist der Pilz gelblich, auf die Impfstelle beschränkt, während die ganze Schnittfläche diffus graublaue Färbung annimmt; auf Blutserum bildet er keinen Farbstoff. Gelatine nicht verflüssigend.

In der (himmel-)blauen Milch vermuthete 1838 schon Steinhoff ein Ferment, Fuchs erzeugte sie 1841 durch Impfung. Hoffmann fand, dass die blaue Färbung der Milch nicht durch eine Krankheit der Kühe oder durch das Futter der letzteren verursacht wird, sondern erst später hinzu kommt. In gekochter Milch ist der Farbstoff schieferblau. Hüppe hat zuerst Reinkulturen des Bacillus syncyanus gemacht. Die rein kultivirten Bakterien machen die Milch nicht sauer, sondern alkalisch, bringen sie nicht zum Gerinnen; sie sind selbst farblos. Der auf Kosten des Caseïns in der Milch gebildete Farbstoff ist schiefergrau bis mattblau und wird erst durch Säuren himmelblau. Die blaue Milch ist demnach ein Produkt der Milchsäurepilze (B. [acidi] lactici etc.) und des Bacillus syncyanus. Das durch letzteren gebildete Pigment wird erst durch Milchsäure blau und durch das Gerinnen infolge der Milchsäuregährung lokalisirt. Der blaue Farbstoff ist unschädlich. Er ist in Alkohol und Aether unlöslich, in Wasser leicht löslich. Essigsäure und Mineralsäuren verändern die blaue Farbe nicht, Ammoniak giebt ihr einen violetten Ton, Kali oder Natron verwandeln sie in Pfirsichblutroth (Säuren stellen die blaue Farbe wieder her). Die blaue Lösung giebt einen starken Absorptionsstreifen im Gelb. Der Farbstoff ist ein Anilinblau (Triphenylrosanilin).

Verschiedene andere Bakterien rufen gelegentlich Pigmente auf Milch hervor, so Micrococcus aurantiacus Schröter und Bacillus synxanthus (Anilingelb erzeugend), ein von List auch auf Schaffäces gefundenes und ein von Adametz auf Emmenthaler Käse gefundenes Bacterium etc. Gelbfärbung. Bacillus aeruginosus Schröter, der Urheber des grünen und blauen Eiters, der vor Einführung der antiseptischen Verbände in Hospitälern häufig in eiternden Wunden auftrat und einen spangrünen, oft in Blau übergehenden, in Wasser löslichen Farbstoff bildet, und einen anderen Bacillus fand Hüppe als Urheber der grünen Milch, so wie er auch einen Bacillus als Urheber violetter und blauschwarzer Milch fand.

Bacillus cyaneofuscus Beyerinck, der Urheber der

Fleckenkrankheit und des Blauwerdens des Edamer Käses, der nach Beyerinck's Beobachtungen auch in einer Gelatinefabrik zu Delft eine Schwarzfärbung des Leimes bewirkte, die sich leicht verbreitete, findet sich in Grabenwasser, Leitungswasser, fauligen Aufgüssen, in Erde etc. Die letzteren Vorkommnisse sind als die natürlichen zu betrachten, da der Bacillus im Leim eine Schwächung erleidet und in der Käsemasse schliesslich abstirbt. Der Pilz ist aërob und die beweglichen Stäbchen suchen den Sauerstoff auf. Er gehört zu den Peptonorganismen, da er ausser den Salzen nur eines eiweissartigen Körpers zur Ernährung bedarf (analog dem Photobacterium indicum, Ph. luminosum, den Choleraspirillen etc.). Das Pepton ist dabei gleichzeitig plastischer Nährstoff und Athmungsmaterial. Bacillus cyaneofuscus gehört wie der B. prodigiosus zu den ächten Pigmentbakterien (den chromoparen Bakterien, wie Beyerinck diejenigen Bakterien nennt, bei denen die Bakterienzelle selbst anfangs stets farblos ist und den Farbstoff oder ein Chromogen absondert, zum Unterschied von den chromophoren Bakterien, z. B. den Purpurbakterien Engelmann's, bei denen der Farbstoff ein Bestandtheil der Zelle selbst ist, und von den parachromophoren Bakterien, z. B. den Boden- und Wasserbakterien Bacillus janthinus und B. violaceus, bei denen der Farbstoff zwar ein Excretionsprodukt ist, jedoch dem Bakterienkörper anhaftet. Bei letzteren entwickeln sich gefärbte Kulturen nur unter besonderen Umständen). Von den chromoparen Bakterien hat B. prodigiosus einen Farbstoff, der nicht aus den Zellen heraus diffundirt, sondern sich sofort an Eiweisstheilchen bindet; B. syncanus, (cyanogenus), B. aeruginosus (pyocyaneus), B. virescens und unser B. cyaneofuscus haben ein diffusionsfähiges Pigment, das sich oxydirt und grosse Affinität für gewisse Eiweisskörper, auch für die todten Bakterien hat, welche durch letztere Art intensiv braun oder schwarz gefärbt werden. Auf Nährgelatine, die leicht verflüssigt wird, bildet B. cyaneofuscus schwarze Massen, aus denen ein brauner Farbstoff in die Gelatine diffundirt. Dieser braune Farbstoff ist aber nur die Umwandlung einer ursprünglich anders gefärbten, vielleicht farblosen Ausscheidung, die bei Kultur des Bacillus in einer $^1/_2$—2procentigen Lösung von Pepton siccum in Leitungswasser zuerst ein schönes, wasserlösliches Grün bildet, das bald mit reinem Ultramarinblau gemeinsam vorkommt. Die blaue Färbung ist an feste mikroskopische Krystalldrusen (Sphaeriten) gebunden. Das Grün wird später braun, dann grau, zuletzt tief

braunschwarz, die blauen Sphaeriten bleiben länger erhalten, werden aber auch zuletzt zu dunkelbraunen bis schwarzen Körpern. Die Sphaeriten werden durch starke Säuren um so schlechter gelöst, je reiner das Blau ist, sie stellen einen blauen Farbstoff dar, dessen Krystallnadeln durch ein Proteïnskelett getragen werden. Sie entstehen durch Anhäufung des Farbstoffs in den Eiweisstheilchen der absterbenden Bakterienkörper, die dabei die sonderbarsten Formen annehmen. Das Verhalten der blauen Körper zu Reductionsmitteln (Entfärbung) und Oxydationsmitteln etc. erinnert lebhaft an die Eigenschaften des Indigo. Bei 15—20° C. erleidet die Vegetationskraft des Bacillus cyaneofuscus eine Abschwächung, während dies bei niederer Temperatur (5° C.) nicht der Fall ist.

Die Kolonieen des Bacillus cyaneofuscus enthalten Stäbchen, Pigmentkörper und intensiv braun gefärbte Bakterienkörper. Sie haben veränderliche Länge. Ist Gelatine die alleinige Nahrung, so sind sie ebenso lang, aber nur halb so dick (0,2—0,3 μ), wie die Heubacillen. In flüssigen, z. B. Pepton-Kulturen sind die Stäbchen sehr verkürzt, 0,3—0,5 μ lang, 0,15 μ breit. Bewegung und Gestalt erinnern an die von Cohn's Bacterium termo. Stäbchen, Diplokokken und Reihen der letzteren bilden die Hauptelemente dieser Pigmentbakterie.

Bacillus prodigiosus (Ehrenberg), Blutwunderpilz. Ganz kurzer Bacillus mit kurz elliptischen, etwa 0,5 μ breiten, häufig zu zweien zusammenhängenden Zellen auf amylumartigen Substanzen, feuchtem Brot, gekochten Kartoffeln, Klösen, in Eiern, auf Nährgelatine, die er schnell verflüssigt, unter Luftzutritt einen anilinähnlichen purpur- bis blutrothen Farbstoff erzeugend, der bei Reinkultur (z. B. auf Kartoffeln) einen fuchsinähnlichen, grünlich goldenen Metallglanz bekommt. Nach einigen Tagen tritt Trimethylamingeruch (nach fauler Häringslake) auf. Der Farbstoff ist in Wasser unlöslich, in Alkohol leicht löslich mit gelbrother Farbe, durch Säure lebhaft carminroth, später violett, durch Alkalien gelblich werdend. Das Absorptionsspektrum mit einem breiten Streifen ins Grün.

Bei Greiz und Zeulenroda ist der Pilz häufig in frischen Eiern (in gesottenen Eiern rosenrothe Färbung annehmend), neben Torula ovicula der häufigste Eierpilz, Verderbniss der Eier herbeiführend. In Fleischerläden überzieht er zuweilen das Fleisch mit dichtem Roth, in den Speisekammern die verschiedensten Speisen. Verursacht auch häufig die Rothfärbung der Milch.

Das Auftreten seines rothen Pigmentes auf Brot ist von Alters

her bekannt. So wurde nach Diodor Alexander der Grosse bei der Belagerung von Tyrus dadurch in Schrecken gesetzt, dass in dem Brot seiner Soldaten plötzlich Blut auftrat. Livius berichtet, dass 322 v. Chr. in Rom die Pest nach der Volksmeinung durch blutendes Brot veranlasst wurde, welches Frauen böswillig bereitet haben sollten, und dass dann 170 Frauen hingerichtet wurden. Blutende Hostien, welche die Juden gemartert haben sollten, bis sie Blut gaben, gaben Veranlassung zu den bis in die Mitte unseres Jahrtausends fortgesetzten Judenhetzen. So schlachtete man 1296 in Frankfurt, Würzburg, Rotenburg, Nürnberg u. a. O. an 10 000 Juden hin, weil ein Frankfurter Jude die heilige Hostie gemartert haben sollte, bis Blut kam. 1492 um Simon Judae wurden aus gleichem Grunde am sogen. Judenhügel bei Sternberg in Mecklenburg 20 Juden lebendig verbrannt und 1510 schlachtete man in Berlin — zum letzten Male — 38 Juden hin. Eine 1593 in Wittenberg gedruckte Chronik der Mark Brandenburg berichtet darüber (nach C. Sterne): „Am 19. Juli 1510 wurden zu Berlin 38 Juden verbrannt und zween getaufte mit dem Schwerte hingerichtet, darumb, dass sie etliche consecrirte Hostien mit dem Messer und Pfriemen durchstachen und wollten sehen, ob der Christengott Blut hätte, wie denn das Blut haufenweis soll daraus geflossen sein". In zahlreichen Orten entstanden Kirchenbauten „zur Verehrung des heiligen Blutes" so z. B. in Wilsnack, das zu einem berühmten Wallfahrtsort wurde, als nach dem Brande des Dorfes 1383 der Prediger unter dem Kirchenschutte drei geweihte Hostien mit Blutstropfen fand, und der Erzbischof von Havelberg das Auftreten derselben für ein kirchliches Wunder erklärte. Carus Sterne bemerkt, dass man solchen Anlässen auch zwei berühmte Gemälde verdanke. Das eine, Raphaels Messe von Bolsena im Vatikan, stellt einen jungen Geistlichen dar, der, im Jahre 1264, im Begriff, zweifelnden Herzens das Hochamt zu feiern, die Hostie bereits in der Monstranz in Blut verwandelt findet. Das andere, von Kaulbach, stellt den Ketzerrichter Peter Arbuez dar, wie er gerade solche wegen der blutenden Hostien Verdächtige verurtheilt. Erst 1819 fand Sette den Grund der Erscheinung des blutenden Brotes. — Ein sporadisches massenhaftes Auftreten des Pilzes wurde dann häufig beobachtet, so in der Gerhardsmühle bei Enskirch a. d. Mosel, wo von Anfang August bis Ende September 1821 Griesmehl, Fleisch, Kartoffeln etc. in sämmtlichen Zimmern und Speichern, Kommoden und Schränken trotz fester Verstopfung

pigmentfaul wurde, in Paris 1842, in Berlin 1848, 1851, 1872 u. s. w.

In Bäckereien verursacht der M. prodigiosus die Blutkrankheit des Brotes. Die Brote werden nach kurzer Zeit stellenweise blutroth und (durch Trimethylaminentwicklung) ungeniessbar. Der rothe Schweiss (besonders der Achselhöhle) wird durch Micrococcus haematodes verursacht.

Rothfärbung der Milch kann ausser durch Bacillus (Micrococcus) prodigiosus, auch noch durch andere Bakterien verursacht werden. Intensiv blutroth färbt die Milch ein aus Wasser gezüchtetes Bacterium (lactis) erythrogenes Hüppe. Adametz fand bei einer Milch, deren Genuss Krankheitserscheinungen verursacht hatte, auch eine die Milch rothfärbende Sarcina. Dieselbe bringt erst das Caseïn zur Ausscheidung und löst dasselbe allmählich wieder. Der Farbstoff wird erst nach mehreren Tagen gebildet, nach völliger Lösung des gefällten Caseïns sieht die Milch lebhaft braunroth aus.

Zahlreiche andere Bakterien, welche „chromogen“ sind, verursachen rothe, orangefarbene, gelbe, grüne, blaue, violette, braune, schwarze anilinähnliche Farbstoffe auf verschiedenen Nahrungsmitteln und auf anderen Stoffen, z. B. Bacillus virescens (grünes Sputum), Micrococcus luteus, chlorinus (auf Ei) fulvus, cyaneus (lackmusähnliches tiefblaues Pigment erzeugend, das Nährflüssigkeiten wie Kupfervitriollösung färbt), violaceus, pyocyaneus (blauer Eiter), brunneus, aureus, ruber, Bacillus Lacmus etc. etc. Die Zahl dieser chromogenen Arten ist wesentlich vermehrt worden durch die planmässige Untersuchung der Gewässer auf Spaltpilze.

Die Produkte dieser kleinen Anilinfabrikanten haben indessen praktische Verwendung nicht gefunden. Dagegen sind es andere Spaltpilze, deren mehr an die Gährungserscheinungen sich anschliessenden Wirkungen bei der Erzeugung technisch wichtiger Farbstoffe thätig sind. Der dem Chemiker und Färber unentbehrliche blaue und rothe Lackmus- und Orseillefarbstoff sind aus weisslichen, oder doch nicht auffällig gefärbten, besonders an der Meeresküste gedeihenden Flechten (s. dort), Roccella tinctoria, Lecanora tartarea, Variolaria dealbata, Gyrophora pustulata, Lecanora atra etc. gewonnen, indem man dieselben, mit kohlensaurem Kali gemischt, durch Zusatz von faulem Urin etc. während eines längerem Zeitraumes in ammoniakalische Gährung versetzt. Hier ist es ein dem Harnfermentpilz ähnlicher Spaltpilz, der das Lackmuspigment aus den farblosen

Flechten erzeugt. Flechten werden nach Oersted in Schweden besonders viel von den niederen Volksklassen zur Farbbereitung benutzt. Der jetzt ebenso wie das Lackmus auch künstlich herstellbare Indigofarbstoff wird gleichfalls durch Vermittlung von Gährungspilzen aus den Bestandtheilen anders gefärbter Pflanzen, hauptsächlich der Indigofera tinctoria, aber auch aus Isatis tinctoria, Polygonum tinctorium etc. gewonnen und häufig auch, bevor er zum Färben benutzt wird, mittelst einer zweiten Gährung (in der Urinküpe) reduzirt.

Die Bakterien als Urheber von Pflanzenkrankheiten.

§ 26. Leuconostoc Lagerheimii Ludw., der Urheber des weissen Schleimflusses der Eichen u. a. Bäume. In anfangs meist kugligen, fast hefeartig sprossenden, später grösseren, aus kugligen oder länglichen Kolonieen zusammengesetzten Gallerthüllen bildet der Pilz, der anfänglich unter der Rinde der Bäume verbreitet, später aber in grossen Massen hervorbricht, mehr oder weniger lange, mehrfach hin- und hergebogene, in ihrem Verlauf den Hüllen entsprechende Schnüre von Kokken oder Diplokokken. Erstere sind etwa 0,6—0,8 μ im Durchmesser. Die Masse dieses Leuconostoc ist wenig konsistent, nicht knorplig, wie die von L. mesenteroides, sondern gallertig bis schleimig durchscheinend weisslich (eine Var. cellaris des Pilzes fand Hansgirg in Prager Kellern). Der Pilz verursacht in Symbiose mit einem Ascomyceten Endomyces Magnusii Ludw. (siehe dort) und einer sporenbildenden Hefe Saccharomyces Ludwigii Hansen den weissen Schleimfluss der Eichen, Birken, Weiden, Pappeln, Eschen, welcher — durch Insekten verbreitet — die genannten Bäume nicht unwesentlich schädigt. Vom Juni bis in den September.

In den letzten Stadien des Schleimflusses, den ich im Jahr 1884 entdeckte, fand ich allenthalben einen dem Essigälchen ähnlichen Nematoden — so häufig, wie die Rhabditis oxyphila im Essig — Rhabditis dryophila Leuck. n. sp. Das „Eichenälchen“ wird durch Hornissen und andere Insekten, die an dem Schleimfluss zu Gaste gehen, mit von Baum zu Baum verschleppt, vielleicht auch von gewissen dieser Insekten in einer parasitischen Generation (ähnlich der von Sphaerulina bombi und der Aelchen des Kiefernrüsselkäfers) im eigenen Körper wohnlich beherbergt.

Micrococcus (?) amylovorus Burrill, Urheber des „Pear blight“ und „Apple blight“ in Amerika. Die einzelnen Zellen

sind 1—1,25 μ lang und 0,5—0,75 μ breit. In Pflanzendekokten mit löslichen Kohlehydraten bilden sie bis 40 μ lange und 30 μ breite Zooglöen, die sich oft kettenartig ordnen und nach dem Runzligwerden der glatten Oberfläche maulbeer- oder gehirnartig aussehen. In Gelatine bildet der Pilz kleine Kolonieen, verflüssigt wird die Gelatine nicht. Besonders üppig ist sein Wachsthum auf unreifen Birnen, wo wegen des Säuregehaltes andere Bakterien nicht zur Entwicklung kommen. In den Kulturen liess noch ein Zusatz von 2 % Apfelsäure ein schwaches Wachsthum zu; bei 5 % Citronensäure war ein solches kaum noch, bei 5 % Weinsäure gar nicht mehr zu beobachten. In Kulturen bildet der Pilz viel Kohlensäure und wahrscheinlich etwas Buttersäure und Alkohol.

Die als „Pear blight" bezeichnete Krankheit der Birn- und Apfelbäume ist in Amerika zu einer gefürchteten Plage der Obstzüchter geworden. Erwähnt ist dieselbe zuerst 1794 von William Dennings, 1817 hat sie Coxe beschrieben, die Ursache wurde jedoch erst 1878 von Burrill ermittelt.

Die Krankheit zerstört oft binnen weniger Tage die kräftigsten Bäume, indem sie die Blätter bräunt, als ob sie durch eine Flamme gezogen worden wären. Sie verursacht die Abscheidung eines schwarzbraunen Exsudats aus den Rindenporen. Es erfolgt ein Absterben der Rinde, welches anfangs eng lokalisirt ist, sich aber weiter ausbreitet, den befallenen Zweig oder Stamm ringsum ergreift und zuletzt tödten kann. An den befallenen Stellen fand Burrill den Pilz in die Zellen eingedrungen, der hier die Inhaltsbestandtheile unter Entwicklung von „Kohlensäure, Wasserstoff und Buttersäure" zersetzt und, wie erwähnt, nach Arthur auch etwas Alkohol bildet. Durch Uebertragung der Bakterien wurden gesunde Bäume inficirt. Der Pilz tritt am intensivsten auf auf Pirus communis, P. coronaria, weniger intensiv auf Apfelbäumen und Quitten und wenig schädlich auf Sorbus Aucuparia, Sorbus domestica und Crataegus. Auf andere Bäume, z. B. Pappeln und Hollunder, liess er sich nicht übertragen.

Die Krankheit ist in Amerika von Canada und Minnesota bis Georgia und Louisiana und von der Ostgrenze bis zum Atlantischen Ocean verbreitet, nur an der pacifischen Küste unbekannt. Nach A. Crozier richtet derselbe Pilz, Micrococcus amylovorus, der in dem östlichen Theil der Vereinigten Staaten vorwiegend die Birnenkrankheit erzeugt, im Staate Jowa ganz vorwiegend die Apfelbäume zu Grunde. Die Apfelkrankheit (apple blight)

nimmt von Jowa aus nach Westen und besonders nordwärts vom Michigansee an Virulenz zu. 20 Meilen vom See verursacht sie noch geringen Schaden, während sie in Baraboo mitten durch den Staat Jowa zunehmend gefährlich wird und häufig die Bäume ganz und gar zerstört. In Nord-Jowa und Süd-Minnesota tritt sie ganz vorwiegend und gefährlich auf. Noch weiter nördlich bei Excelsior fand sie P. M. Gideon sehr verderblich an Wildlingen und in Obstgärten. Die Krankheit tritt — ähnlich wie der von uns in Europa beobachtete weisse Schleimfluss der Eichen etc. — überwiegend in der heissen Jahreszeit und bei feuchtem Wetter auf. Als das beste Mittel gegen die gefährliche Krankheit wird ein Gemenge von Kalkbrei und Schwefelmehl empfohlen, mit dem alle erreichbaren Theile des Baumes bestrichen werden.

Micrococcus dendroporthos Ludw.

Eine von mir als brauner Schleimfluss 1888 beschriebene Krankheit der Bäume, welche sehr weite Verbreitung hat und in Obstgärten, an Chausseebäumen etc. ausserordentlichen Schaden anrichtet, tritt besonders häufig an Apfelbäumen, Rosskastanien, Birken, Pappeln, Ulmen, selten an Eichen etc. auf, und ist charakterisirt durch das Ausfliessen eines gelbbraunen, zähen, doch nicht gallertartigen Schleimes aus den Stämmen, welches vom Frühjahr bis zum Winter andauert und auch bei trockener Witterung nicht völlig aufhört. Der Schleim fliesst aus dem Holze hervor und läuft, die Rinde durchbrechend, oft fast meterhoch und bis 20 cm breit am Stamme herab. Die Rinde wird schliesslich völlig zerstört. Das morsche, in lebhafter Zersetzung begriffene Holz hat einen Buttersäuregeruch und enthält freie Buttersäure. Der frisch hervorbrechende Schleim enthält allenthalben zahlreiche Mikrokokken, vergesellschaftet mit einem Hyphenpilz, Torula monilioides Corda. Letzterer, der an eingetrockneten Stellen schwärzlich-braune, hellbraune bis hyaline Zellschnüre mit kugligen oder elliptischen Zellen bildet, bedingt die braune Färbung des Schleimes und scheint bei der Krankheit eine Rolle zu spielen. Die Hauptwirkung ist aber jedenfalls den Bakterien zuzuschreiben, die ich als Micrococcus dendroporthos vorläufig bezeichet habe.

In späteren Stadien der Krankheit, die z. B. in Thüringen zahlreiche Chausseebäume tödtet (Kastanien, Apfelbäume, Birken), treten in dem Schleimfluss nicht selten noch andere Pilze (Fusarium etc.) und Algen (Bacillariaceen) auf, auch Thiere stellen sich

zuletzt zahlreich ein, an Apfelbäumen z. B. häufig eine Milbe Glycyphagus hericius Fum. et Rob., Rhabditis lyrata etc.

Ausser dem weissen (Leuconostoc-) und braunen Schleimfluss habe ich noch einen schwarzen Fluss an Buchen etc. beobachtet, der, vermuthlich ebenfalls durch Bakterien verursacht, seine Farbe in einem beobachteten Falle einer Alge, Scytonema Hofmani Eg., verdankte. In einem anderen Falle enthielt der schwarze, stiefelwichse-ähnliche Schleim Hormidium parietinum Ktzg. mit Uebergang zu Schizogonium, Microcoleus terrestris Desm., Gloeotila protogenita Ktzg., Pleurococcus vulgaris Menegh., Cystococcus humicola Naeg., Stichococcus bacillaris Naeg., Navicula borealis Ehrenb., Navicula Seminulum Grün., Charicaum sp. Diese Erscheinungen bedürfen noch der genaueren Untersuchung.

N. Sorokin hat 1887 (Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde) in einer faulenden Schwarzpappel eine zähe, weissliche Flüssigkeit gefunden, deren weisse Farbe durch ein in ungeheurer Menge darin vorkommendes, sich sehr lebhaft bewegendes Spirillum hervorgerufen wurde. Er hat die Art, deren endogene Sporen oft von dem Mutterfaden aus neue geschlängelte Zellen aussandten, Spirillum endoparagogicum genannt. Es ist indessen nicht näher untersucht worden, ob dieser Organismus in einer Form an dem lebenden Baum schmarotzte und dessen Fäulniss erzeugte.

Bacillus Pini (Vuill.), Urheber der Bakteriengallen der Aleppokiefern.

Die 1,5—2,5 μ langen und 0,6—0,8 μ breiten Bacillen erzeugen an den Aesten der Aleppokiefern der Seealpen und der Rhonemündung Holzgallen von Nuss- bis Hühnereigrösse, welche abgerundet, anfangs glatt sind, später aber aufspringen und zerreissen, und dann von verschiedenen Schimmelpilzen und Insekten besiedelt werden. Die Auswüchse bestehen aus Parenchymgewebe, dem dichtere, kuglige oder unregelmässig umgrenzte Wucherungen eingelagert sind, welche vom Holzkörper ausgehen. Der letztere wie die harten Wucherungen der Galle sind von feinen Kanälchen durchsetzt, deren Inhalt aus den zu Zooglöen bis zu 20 μ vereinigten Bacillen besteht. Diese sind in der Mitte der Kanäle ordnungslos vertheilt, bilden aber nach den Wänden zu eine regelmässige Schicht. Die Zooglöen zerstören die Gewebe und vermehren sich in den so entstandenen Hohlräumen, von den ursprünglichen Kanälen aus wandern später Bakterienschwärme aus und verbreiten die Krankheit. Vuillemin glaubt, dass die in den Rissen der Gallen wohnenden

Insekten die Bacillen auf gesunde Aeste übertragen und dass die Bacillen hier bis ins Cambium eindringen, von wo aus die weiteren Wucherungen erfolgen.

Bacillus Oleae (Arcang.) Trevis., Urheber der Olivengalle (Oliventuberkeln), befällt in gleicher Weise, wie der vorige die Kiefern, die Oliven. Die Olivengallen sind schon zeitig kraterförmig, das centrale Gewebe wird schon frühe zerstört. Die ganze Galle ist von kürzerer Dauer als die der Kiefern. Der Urheberpilz ist dem Bacillus Pini nahe verwandt, theilt z. B. auch die schwere Färbbarkeit mit Anilinfarben mit ihm, während aber der B. Pini in dem erkrankten Gewebe kleine, gut begrenzte Zooglöen bildet, die in grosser Zahl in den durch die Bakterien erzeugten Hohlräumen zusammenliegen, wird bei der Olive die Trennung in kleine, getrennte Zoogloën nicht gefunden. Die Olivengalle, die „Rogna“, wie sie die Italiener nennen, ist eine gefürchtete Krankheit, die in den Olivenpflanzungen oft grosse Verheerungen anrichtet, da das Vertrocknen der Gallen mindestens das Absterben einer Seite des Zweiges, auf dem sich die Gallen entwickelt haben, bewirkt. Prillieux glaubt, dass die Infection nicht erst im Cambium, sondern von der Rinde aus stattfindet.

Bacterium gummis Comes nennt O. Comes einen Spaltpilz, den er für den Urheber des Gummiflusses des Feigenbaumes und des Weinstockes hält. Bei letzterem ist die Krankheit, die durch Vergilben und Austrocknen der Blätter, Schwärzung und Eingehen der Weinstöcke, durch Rindenabfall, Saftausfluss, ungleiches Anwachsen der Weinbeeren etc. sich kund giebt, und bei der sich im stärkeführenden Parenchym braune Bakterienmassen finden, noch unter den Namen Gummosis, mal nero, verdesecco (in Apulien), mal dello spacco (Ligurien), maladie noire und aubernage (Frankreich) bekannt.

Bacterium gummis gilt auch als Urheber der als Gummose bezeichneten Krankheit der Oliven- und Maulbeerbäume und von krautartigen Pflanzen wie Tomaten (Lycopersicum esculentum), dem spanischen Pfeffer (Capsicum annuum), auf Kartoffeln, Mohrrüben (Daucus Carota), Kraut, Blumenkohl, Runkelrüben, Bohnen und Baumwolle.

Die Gummose der Tomatenpflanze tritt nächst der häufigsten Tomatenkrankheit, der gewöhnlichen „Kartoffelkrankheit“, die zunächst das Laub vernichtet, am häufigsten auf und besteht in einer durch das Bacterium gummis verursachten übermässigen, krankhaften

Bildung von Pflanzengummi in den Geweben. Schon im Juli liegen die meisten Exemplare der von der Krankheit heimgesuchten Tomatenpflanzung zu Boden, das Laub hat eine krankhaft gelbgrüne Färbung angenommen und wird später braun und dürr, die Früchte kommen nicht zur Reife. Am untersten Theil des Hauptstammes und am Grund der grösseren Seitenzweige treten krebsartige Wucherungen auf, an denen zuerst das äussere Gewebe, denn das Innere erweicht und aufgelöst wird, Gefässe und Zellen finden sich von Gummi und von Bakterien erfüllt. Als Vorbeugungsmittel gegen die Gummose empfiehlt sich vor Allem eine Entwässerung, Lockerung und Durchlüftung des Bodens. Feuchtes, undurchlässiges Terrain ist von vornherein untauglich für die der Gummose unterliegenden Pflanzen. Von direkten Mitteln haben einigen Erfolg erzielt Phenylsäure, phenylsaurer Kalk, Eisenvitriol und Eisenchlorür, die dem bakterienhaltigen Erdreich untermengt werden.

§ 27. Verschiedene Bakterienkrankheiten treten verheerend auf Kulturgräsern auf.

Bacillus Sorghi Burrill (1887), Urheber des Hirsebrandes (Sorghum blight) in Nordamerika. Die Zellen sind 0,5—1,3 μ breit und 1,3—4 μ lang, meist aber nur 0,8—1 μ breit und 1,5—3 μ lang, an den Enden abgerundet, zur Zeit der Sporenreife elliptisch, einzeln oder zu zweien vorkommend, in Nährflüssigkeiten oft lange Ketten bildend. Die Sporen oval oder oblong, 0,6—0,9 μ breit und 1—1,2 μ lang. Auf gekochten Kartoffeln bildet der Bacillus ebenso wie auf Agar perlmutterweisse, zuweilen schwache, gelbliche, glatte Zooglöen.

Der Pilz tritt in Amerika, wo er zuerst im Staate Kansas näher studirt wurde, verheerend auf den verschiedenen Sorghumarten, besonders auf den Varietäten der Zuckerhirse, Sorghum saccharatum, auf, die bekanntlich in Nordamerika zur Zuckerfabrikation benutzt wird. Von ihr wurden 39 Varietäten bezüglich ihres Verhaltens zu der Krankheit studirt. Von Sorghum vulgare wurden einige (nicht zuckerhaltige) Varietäten dagegen gar nicht von dem Bacillus Sorghi befallen. Die Infection von den Reinkulturen aus gelang bei 6 von 9 Sorghumpflanzen, während sie bei anderen Gras- und Getreidearten nicht gelang. Der Pilz überwintert an alten Stoppeln, die daher zu verbrennen sind. Die Zersetzungen der Pflanze werden äusserlich angezeigt durch röthliche bis schwärzliche Flecken an den Blättern und Blattscheiden, die zu ausgedehnten

Heerden verschmelzen. Bei Exemplaren, die ich von Dr. Pammel erhielt, sind die ganzen Blattstellen schwarzröthlich gefärbt. Zuletzt wird auch die Wurzel in Mitleidenschaft gezogen und in vielen Fällen endigt die Krankheit mit einer völligen Zerstörung der Pflanzen.

In ähnlicher Weise wie in Nordamerika die der Zuckerhirse, wird auf Java die Kultur des Zuckerrohres (Saccharum officinarum) gefährdet durch die Serehkrankheit, die noch näherer Untersuchung bedarf, wahrscheinlich aber gleichfalls durch Bakterien verursacht wird.

Bacillus Secales (Burrill), Urheber einer Bakterienkrankheit des Kornes in Nordamerika. Die Bakterien vermehren sich bei Zimmertemperatur rasch durch Zweitheilung, und bilden unter günstigen Bedingungen oft perlschnurartige Reihen. Bei 36 ° C. stellen sie ihr Wachsthum ein. Nährgelatine wird nicht verflüssigt. Bei Stichkulturen bemerkt man nach 24 Stunden eine geästartige Verbreitung. Auf Agar bilden dieselben nach 20—30 Stunden eine undurchsichtige, glanzlose, nicht homogene Masse. In Fleischbrühe werden die Bakterien etwas länger, als auf festen Nährböden, sie sind ca. 0,65 μ breit und 0,8—1,6 μ lang. Sporenbildung ist nicht bekannt. Die Krankheit befällt junge Roggenpflänzchen und richtet oft ungeheure Verheerungen unter ihnen an. Die befallenen Exemplare zeigen zuerst ein zwerghaftes, schmächtiges Aussehen, stellen bald ihr Wachsthum ein, werden gelb, bekommen an Stengel, Blatt und Wurzel dunkle, schleimige Flecken und sterben in kurzer Zeit ab. Spaltet man einen Halm, dessen Blüthenregion erkrankt ist, so findet man, dass auch das innere Gewebe an den befallenen Stellen schwarzfleckig und schleimig ist. Die reifen Aehren erkranken am seltensten, während die Wurzeln stets inficirt sind. Die schleimigen, dunklen Massen bestehen aus den Bakterien. (Nach einem Ref. Warlich's im Bakt. C. VII p. 70.)

Eine zuweilen vorkommende Veränderung der Körner in den Weizenähren, welche sich durch rosenrothe Färbung zu erkennen giebt, wird gleichfalls durch einen — sonst saprophyten — Spaltpilz erzeugt. Nach Prillieux zerstört dieser chromogene Mikrococcus die peripherischen Zellschichten und Zellmembranen. (Dass bei künstlicher Infection auch für das Thier pathogene Bakterien unter Umständen in den Geweben höherer Pflanzen Bedingungen zu ihrer Entwicklung finden können, hat Lominsky experimentell erwiesen. Man vergleiche das deutsche Referat über dessen Arbeit im Centrbl. für Bakt. und Parasitenk. VIII, p. 325.)

Bacillus Hyacinthi (Heinz) = Bacillus Hyacinthi septicus Heinz, eine Rotzkrankheit (Bacteriosis) der Hyacinthen und Zwiebeln (Allium Cepa) verursachend. Lebhaft bewegliche Stäbchen mit abgerundeten Enden, 4—6 μ lang und ca. 1 μ dick, stets einzeln, sich durch die üblichen Färbemittel gut färbend. Verflüssigt die Gelatine nicht. Auf Kartoffeln nach 36 Stunden ein schmutziggelber, schleimiger Belag von körniger Oberfläche, später von intensiv fauligem Geruch. Auf Gelatine kreisrunde, glänzende, glatte, wenig prominente Kolonieen, bläulichweiss, mit etwas dunklerem Centrum, durchscheinend. Tiefer gelegene Kolonieen oval mit zugespitzten Polen, gelblichweiss und matt. Die Krankheit lässt sich durch Infection von den Reinkulturen aus künstlich hervorrufen.

Die Krankheit beginnt mit einem Welkwerden und Verdorren der an der Spitze vergilbten Blätter, Knospen und Blüthen fallen ab. Unter Bildung von schmierigem, übel (aber nicht nach Buttersäure) riechendem Schleim schreitet die Fäulniss fort, besonders die Inflorescenzaxen, die befallenen Blatttheile und die Zwiebelschalen ergreifend. Nach Verlauf von 2—3 Tagen sind die Zwiebeln gänzlich erweicht.

Allem Anschein nach eine andere Bacteriosis ist der gelbe oder weisse Rotz der Hyacinthen, als dessen Urheber Wakker ein Bacterium fand, das die Zwiebelschalen, hauptsächlich deren Xylemtheile bewohnt und in einen Schleim umwandelt. Auch die Blätter werden befallen und durch gelbe, der Länge nach verlaufende Linien kenntlich. Von Züchtungs- und Uebertragungsversuchen erwähnt Wakker nichts. In einer vorläufigen Mittheilung nennt er den Spaltpilz Bacterium Hyacinthi Wakker.

Sorauer hat bei dem weissen Rotz der Hyacinthen aber Kugel- und Stäbchenform gefunden, und meint ebenso wie Frank wegen des meist bemerkbaren Buttersäuregeruchs, dass die Stäbchen zu Clostridium butyricum Prazm. (Bacillus Amylobacter) gehören. Jedenfalls haben hier Reinkulturen und Infectionsversuche über die specifische Selbständigkeit des Urhebers der Krankheit noch zu entscheiden. Es ist interessant, dass, wie Sorauer angiebt, auch hier ein Hyphomycet (vgl. Leuconostoc Lagerheimii, Micrococcus dendroporthos), nämlich Hypomyces Hyacinthi Sor., ein fast unzertrennlicher Begleiter der Bakterien ist. Auch der Kartoffelschorf, der nach Bolley durch Bakterien verursacht wird, hat einen Hyphomyceten zum Begleiter in dem Sorosporium scabies Fisch. Waldh. Die Nassfäule der Kartoffeln, Fäulniss der Kakteenstämme etc. wird

gleichfalls dem allverbreiteten Urheber der Cellulosegährung Clostridium butyricum zugeschrieben, während die Stengelfäule der Pelargonien nach Prillieux und Delacroix durch einen Bacillus caulicola Pr. et Del. verursacht wird.

Bakteriosis der Weintrauben.

G. Cugini und L. Macchiati haben in Oberitalien eine durch Bacillen verursachte Krankheit der Weintrauben beobachtet. Die Trauben nehmen erst eine braune Farbe an und werden zerbrechlich. Der Bacillus ist beweglich, 3—4 μ lang und 0,25 μ breit, leicht durch Anilinfarben färbbar, verflüssigt die Gelatine schnell und bildet einen gelblich-käsig-flockigen Niederschlag. Auf Kartoffeln treten wenig erhabene honiggelbe Kolonieen auf. Die Stäbchen sind oft zu 2—3 verbunden oder fadenbildend. — Als Krankheitserreger bei Weintrauben gilt auch Bacillus Amplopsorae Trev. (Saccardo Syllog. Fung. VIII, p. 983).

Bakterien als Ernährungsvermittler der Thiere und Pflanzen.

Peptische und diastatische Fermente.

§ 28. Die Untersuchungen der Neuzeit haben es wahrscheinlich gemacht, dass die Bakterien, welche sich konstant in grosser Zahl und in allen Theilen des Verdauungskanales vorfinden, durch Gährungserregung und Fermentausscheidung eine wichtige Rolle bei der Verdauung spielen. So hat N. Raczynski aus dem Magen Bakterien isolirt, die bei der Peptonisirung der Eiweisse den Magen unterstützen. Unter 34 Kulturen aus dem Hundemagen fanden sich 10, welche eine mehr oder weniger starke Peptonisirung bewirkten. Es waren dies in erster Linie Bacillus geniculatus De By (B. mesentericus vulgaris Vign.), B. ventriculi Racz. und B. carabiformis Racz.

Auch bei der Verdauung der sogenannten fleischfressenden Pflanzen spielen die Bakterien eine, wie es scheint, wichtige Rolle. Darwin hatte schon darauf hingewiesen, und neuere Untersuchungen haben es bestätigt, dass eigentlich Aasfresser und Fleischfresser unter ihnen zu unterscheiden sind. So kommt er bei den kleine Krebschen (Entomostraceen), Insekten, Larven und kleine Fischchen fangenden Utriculariablasen zu dem Resultat, dass sie „nekrophag sind, d. h. dass sie nicht verdauen können, sondern zerfallende Substanz absorbiren.“ Die Blasen der Utriculariaarten scheiden eine Verdauungsflüssigkeit nicht aus. Die durch besondere Lockmittel seitens der Pflanze angelockten Krebschen etc. werden

durch einen ausgezeichneten Mechanismus gefangen, leben aber noch nach 2—6 Tagen, bis sie einen Erstickungstod erleiden. Die in den Blasen sich findenden symbiotischen Fäulnissbakterien dürften sodann die Sekretion der Verdauungsflüssigkeit der ächten carnivoren Pflanzen (Drosera, Pinguicula etc.) ersetzen. Bei letzteren werden dagegen die Thiere sehr bald durch die secernirte Verdauungsflüssigkeit getödtet und zersetzt. Manche Pflanzen besitzen die doppelte Fähigkeit, Fleisch zu verdauen und Fäulnissprodukte zu absorbiren, so z. B. die Aldrovandia vesiculosa. Es lassen sich sogar die den beiden Thätigkeiten entsprechenden Organe der von Thiernahrung lebenden Pflanzen unterscheiden: für die Absorption der Fäulnissprodukte meist vierarmige Trichome, für die ächte Fleischverdauung dagegen knopfförmige Digestionsdrüsen. Utricularia besitzt nur die ersteren, Pinguicula etc. die letzteren, während z. B. Aldrovandia im Innern des Blattes die ersteren, mehr nach aussen zu die letzteren besitzt. Bei den echten Fleischverdauern wird nach der herrschenden Meinung eine unserem Magensaft ähnliche Flüssigkeit ausgeschieden, welche die getödteten Thiere verdaut, und es wird sodann die Verdauungsflüssigkeit aufgesogen. Tischutkin glaubt aber auf Grund eingehender Versuche auch die Peptonisirung der in den Fangorganen von Pinguicula befindlichen fremden Eiweissstoffe auf die Lebensthätigkeit von Bakterien zurückführen zu müssen. Auch die Untersuchungen anderer Forscher haben dargethan, dass die Eiweisspeptonisirung, wenn auch nicht ausschliesslich durch Bakterien bewirkt, so doch (ähnlich wie in dem thierischen Verdauungskanal) durch dieselben unterstützt und beschleunigt wird. Für die Blatthöhlungen der fleischigen Niederblätter der Schuppenwurz (Lathraea Squamaria) und der Alpenbartsie (Bartsia alpina) glaubt Scherffel gezeigt zu haben, dass die von Ritter von Kerner und von Wettstein entdeckten rhizopodoiden Fortsätze, welche die Wand der Digestionsdrüsen durchbrechen und anfangs für Plasmafortsätze, von Jost für Wachsausscheidungen gehalten wurden, ebenfalls aus Bakterien bestehen. (Vgl. meine Abhandlung zur Biologie der phanerogamischen Süsswasserflora in Zacharias etc., Thier- und Pflanzenwelt des Süsswassers, 1891, Bd. I p. 78 ff.). Nach Raphael Dubois ist auch die Eiweissverdauung in den Nepentheskannen das Werk von Bakterien.

Die Betheiligung der Bakterien bei der Eiweissverdauung seitens der Thiere und Pflanzen findet eine Stütze durch die Unter-

suchungen von Claudio Fermi über die leim- und fibrinlösenden, und die diastatischen Fermente der Mikroorganismen. Fermi hat für folgende Organismen die Ausscheidung peptischer Fermente nachgewiesen: „Milzbrandbacillen, Koch's Vibrio, Finkler-Prior, Bacillus prodigiosus, M. ascoformis, Bacillus ramosus, B. pyocyaneus, Käsespirillen, Bacillus Miller, B. Megatherium, Heubacillus" und — von Nichtbakterien — „Trichophyton tonsurans," während er 19 gefunden hat, welche diastatische Pilzfermente ausscheiden. Von letzeren sind die folgenden dann weiter im Stande, die invertirte Stärke zu vergähren: „Bacillus Fitz, B. Megatherium, B. Miller, Kochs Vibrio, V.-Prior, Käsespirillen, B. violaceus, B. pyog. foetidus, M. tetragenus." — Fermi hat für die untersuchten Pilze gefunden, dass jeder derselben sein besonderes peptisches und diastatisches Ferment ausscheidet, dass letzteres aber mehr verbreitet ist. Die Ausscheidung des Fermentes seitens der Bakterien ist als eine diesen innewohnende Funktion anzusehen. Sie geht vor sich, ohne durch besonderen Reiz erregt zu werden. Albumin scheint für die Fermentbildung unentbehrlich zu sein.

Die Stickstoffernährung und die Wurzelknöllchen der Leguminosen etc.

§ 29. Rhizobium leguminosarum Frank, Rh. Ornithopodis (Beyer.), Rh. Medicaginum (Biv.) etc., die Urheber der Wurzelknöllchen der Leguminosen.

An den Wurzeln aller Leguminosen, z. B. der Bohnen, Erbsen, Wicken, Lupinen, Kleearten, Robmien etc. (nach Klebahn auch der Herminiera Elaphroxylon im Nil), kommen meist zahlreiche rundliche oder längliche, seltener gelappte Knöllchen von einem Durchmesser von 1—10 mm vor, und treten dieselben ganz regelmässig auf jedem Boden und in allen Gegenden an allen Individuen auf. Sie zeigen einen parenchymatischen Bau und enthalten, wie zuerst Woronin 1866 an den Lupinen fand, im Zellprotoplasma zahlreiche bakterienartige Zellen, die Bakteroiden, welche Woronin zu den Schizomyceten rechnete. Diese Bakteroiden sind bei Ornithopus u. a. Arten einfach stab- oder bakterienförmig, während sie bei der Erbse, Wicke etc. zwei- und mehrarmig verzweigt, bei den Kleearten meist kugel- oder birnförmig sind. Ausserdem fanden sich in den meisten Leguminosen feine, pilzartige Fäden von etwa 1,5 μ Dicke, welche Zelle und Zellwand oft quer durchwachsen, am Ende angeschwollen sind und zuweilen blasig enden. Sie scheinen bei der

Lupine zu fehlen. Nachdem es Beyerinck und Anderen (Laurent, Frank) gelungen ist, von den Bakteroiden Reinkulturen zu züchten, ist weiter festgestellt worden, dass die Wurzelknöllchen der Leguminosen wirklich durch im Boden verbreitete Spaltpilze erzeugt werden und die Bakteroiden aus diesen hervorgehen. Ferner kann es als erwiesen gelten, dass eine andere Eigenschaft der Leguminosen, die Fähigkeit einer reichen Stickstoffassimilation bei fehlendem Bodenstickstoff, mit der Bildung der Wurzelknöllchen in engem Zusammenhang steht. Die Cerealien u. a. Pflanzen können unter keiner Bedingung auf stickstofffreiem Boden wachsen. Ihre Produktion steht in strenger Abhängigkeit von dem Stickstoffgehalt des Bodens. Dagegen ist es schon lange bekannt, dass die Leguminosen auf völlig stickstofffreiem Boden nicht nur normal wachsen, sondern bedeutende Stickstoffmengen aufspeichern. So wird die stickstoffsammelnde und bodenbereichernde Eigenschaft der Lupinen etc. auf schlechtem Boden vom Landwirth ausgenutzt, und Frank hat nachgewiesen, dass der falschen Akazie (Robinia Pseud-Acacia) für die Forstkultur dieselbe Bedeutung zukommt, wie der Lupine für den Ackerbau. Es ist (zuletzt von Schlösing und Laurent auf quantitativem Wege) nachgewiesen worden, dass die Stickstoffquelle der Leguminosen die Atmosphäre ist, die Aufspeicherung stickstoffhaltiger Substanz zunächst in den Wurzelknöllchen stattfindet. Durch Infection eines sterilisirten, stickstofffreien Bodens mittelst der Wurzelbakterien — sei es von Reinkulturen aus oder durch Boden aus der Nähe der Wurzeln der im Freiland gewachsenen Pflanzen gleicher Art — wird dieser allein befähigt, Leguminosen zu erhalten, durch die Bakterien werden die Wurzelknöllchen gebildet und durch ihre Vermittlung allein ist die Assimilation grösserer Mengen atmosphärischen Stickstoffs möglich. An einer und derselben Pflanze liessen sich sogar an der einen Hälfte des Wurzelsystems Knöllchen hervorrufen dadurch, dass man dieselbe in ein von Wurzelbakterien durchtränktes Substrat brachte, während in der anderen Wurzelhälfte, die in dem nämlichen, aber nicht inficirten Substrat wuchs, keine Spur einer Knöllchenbildung entstand.

Hellriegel und Wilfahrt sind durch ihre Versuche zu dem Resultat gekommen, dass die Leguminosen an sich die Fähigkeit, den freien Stickstoff zu assimiliren, überhaupt nicht haben, dass dazu die Betheiligung von lebensthätigen Mikroben im Boden unbedingt erforderlich ist. Es ist nöthig, dass gewisse

Arten der letzteren mit den ersteren eine Symbiose eingehen. Die Wurzelknöllchen der Leguminosen sind nach diesen Forschern nicht blosse Reservespeicher für Eiweissstoffe, sondern stehen mit der Assimilation des freien Stickstoffs in einem ursächlichen Zusammenhang. Auf einem anderen Standpunkt steht die Frank'sche Schule, die von Anfang an in den Bakteroiden rund geformte Eiweisskörper (mit Kokken im Innern), in den Knöllchen Eiweissspeicher erblickt. Nach ihr haben die Leguminosen an und für sich, wenn auch in geringem Grade, das Vermögen, den freien Stickstoff der Luft zu assimiliren, die Bodenbakterien, welche die Knöllchenbildung verursachen, steigern nur dies Vermögen. Die Knöllchen werden den Gallen mit ihren durch andere Organismen bewirkten lebhaften Zellwucherungen verglichen. Die Wurzelbakterien verursachen nach Frank's Anschauung nur eine Steigerung der Lebensenergie: das Wachsthum der Pflanze wird grösser, die Chlorophyllbildung wird befördert, Kohlensäure- und Stickstoffassimilation werden gesteigert, in den Wurzelknöllchen wird geformtes Eiweiss aufgespeichert.

Auf humusfreiem Boden ersetzen bei der Lupine, Erbse etc. die Knöllchenpilze den Humus in seiner Wirkung, während sie bei genügendem Humus völlig entbehrt werden können (den meisten Leguminosen steht ausser dem Bodenstickstoff noch der atmosphärische Stickstoff zu Gebote, aus dem sie ihren Bedarf bei stickstofffreiem Boden decken, bei dürftigem Boden ergänzen können). Bei der Bohne dagegen treten die Knöllchenmikroben nach Frank noch nicht im Verhältniss gegenseitiger Förderung, sondern als ächte Parasiten auf; die Bohnen können in stickstofffreiem Boden trotz der Knöllchen nicht gedeihen.

Nach Frank entständen bei Phaseolus Knöllchen auch in sterilisirtem Boden, da die Knöllchenmikroben nicht bloss in den Knöllchen vorhanden, sondern durch den ganzen Pflanzenkörper verbreitet sind — was durch Beyerinck und Hellriegel bestritten wird —, und daher der Embryo schon von der Mutterpflanze aus inficirt werden kann. Frank nimmt an, dass die Bakteroiden Eiweissgebilde der Leguminosen sind, die micrococcusartige Mikroben umschliessen. Letztere können beim Zerfall der Knöllchen den Boden von Neuem inficiren.

Die Infection der Leguminosenwurzeln findet nach Frank auf zweifache Weise statt, entweder mittelst eines sogenannten Infectionsfadens oder ohne einen solchen. Die früher erwähnten fädigen

Elemente der Wurzelknöllchen betrachtet Frank als durch Einwirkung der Knöllchenpilze auf das Phanerogamenprotoplasma entstandenes Mischplasma, Mycoplasma. An den Wurzelhaaren treten zuerst Plasmafäden auf, und zwar schon an den jüngsten Knöllchenanlagen der Erbse, sie sind dazu bestimmt, die Bakterien aus dem Boden einzufangen und in das Wurzelgewebe zu leiten. Die pilzhyphenähnlichen Gebilde der Knöllchen sind weitere Umbildungen dieser Infectionsfäden. Bei Lupinus und Phaseolus dagegen geht die Infection ohne Fangfäden vor sich. Die unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellen oder die Epidermiszellen selbst empfangen hier direkt und zuerst die Infection. „Bei der Bohne wachsen bisweilen die Epidermiszellen an der Stelle, wo das Knöllchen angelegt wird, palissadenförmig nach aussen, gleichsam um den Infectionsstoff nach den unter ihnen liegenden Rindenzellen zu leiten. Bei der Lupine schieben oft die subepidermalen Rindenzellen, indem sie papillenförmig auswachsen, die Epidermiszellen zur Seite und holen sich gleichsam selbst den Einwanderer."

Frank kennt von den bei der Bildung des Mycoplasmas betheiligten symbiotischen Mikroben nur Mikrokokken- und Bakterien-Schwärmer. Alle übrigen neueren Beobachter betrachten aber Bakteroiden und Fäden als in den Entwicklungskreis des Knöllchenmikrobs gehörig. Beyerinck, welcher die aus den Knöllchen von Vicia Faba gewonnenen Bakterien, die er lange Zeit in Reinkultur hatte, früher als Bacillus radicicola bezeichnete, stellt neuerdings dieselben wegen des Vorkommens von actinomycesähnlichen Sternen neben den Bakteroiden in die Verwandtschaft des Actinomyces und Laurent zieht aus der von ihm beobachteten Vermehrung (durch Knospung) und Verzweigung der in Lupinen- und Erbsenbrühe kultivirten und an den Erbsenwurzeln Knöllchen bildenden Organismen den Schluss, dass sie mit der Pasteuria ramosa Metschn. verwandt seien und als Zwischenglied zwischen den gewöhnlichen Bakterien und den Hyphomyceten zu den Pasteuriaceen zu stellen seien. Während die Laurent'schen Mikroben in Reinkultur freien Stickstoff zu assimiliren schienen, haben die Beyerinck'schen Fababacillen unter den gewählten Versuchsbedingungen dies Vermögen nicht, wohl aber (ebenso wie der mit den Papilionaceen nicht in Symbiose lebende Streptothrix humifica Beyer.) die Fähigkeit, die geringsten Spuren gebundenen Stickstoffes aus ihrer Umgebung als Körpersubstanz festzulegen und auch die von Frank reingezüchteten Bakterien zeigten bei atmosphärischem Stickstoff als einziger

Stickstoffquelle nur eine schwache und langsame Vermehrung. Die Rolle der Bakterien bei der Assimilation freien Stickstoffs seitens der Wurzelbakterien ist daher noch genauer zu ermitteln.

Die Kulturversuche Beyernick's bestätigten es, worauf schon die verschiedene Gestalt der Bakteroiden hindeutet, dass die Papilionaceen-Bakterien verschiedenen Arten angehören. So gehörte das Rhizobium — dieser Name dürfte nunmehr zu wählen sein — bei der Serradelle augenscheinlich zu einer anderen Art als das von Vicia Faba (Rh. leguminosarum Frank), denn Vicia Faba erzeugte nach Infection mit Ph. Ornithopodis gar keine Knöllchen. Umgekehrt bleibt Ornithopus sativa, deren Knöllchen denselben Pilz wie O. perpusillus enthalten, in Gärten völlig knöllchenfrei, selbst wenn er zwischen knöllchenreichen Viciaarten wächst.

Die Bakterien der Trink- und Nutzwasser, der Flüsse etc.

§ 30. Seit mehreren Jahren hat man bei den Wasseruntersuchungen die bakteriologische Methode angewandt. Zunächst hatte man sich aber darauf beschränkt, nach der Koch'schen Methode die Zahl der Bakterienkeime zu ermitteln, welche sich in 1 ccm des Wassers vorfinden, oder nach Typhusbacillen etc. zu suchen. Diese Methode war nicht im Stande, über die Brauchbarkeit des Wassers und über seine hygienische Beschaffenheit ein sicheres Urtheil abzugeben, wohl aber hat sie zu manchem wichtigen Ergebniss geführt. So fand Bujwid bezüglich der Warschauer Trinkwasser, dass das filtrirte Weichselwasser besser war, als das Wasserleitungswasser, das bis 50 000 Keime im Kubikcentimeter enthielt. Rietsch fand, dass in Marseille das aus der Durance zugeleitete Wasser im ersten Theil seines Laufes nur 7—315 Keime, in den starkbewohnten Quartieren, aus der die Stadt hauptsächlich das Wasser entnimmt, aber zwischen 496 und 39 000 Keime per ccm enthielt. Genauere bakteriologische Untersuchungen des Wassers der Flüsse führten zu dem hochwichtigen Resultat der Selbstreinigung der Flüsse und der selbstthätigen Verminderung der Bakterienzahl unterhalb grosser Städte, in denen der Fluss natürlich am stärksten verunreinigt ist. Frank hatte diese Selbstreinigung der Spree nachgewiesen, indem er die Zahl der Bakterienkeime oberhalb der Stadt Berlin, in Berlin und unterhalb Berlin feststellte. W. Prausnitz hat den gleichen Nachweis bezüglich der Isar, die relativ reiner als die Spree ist, bei München geführt. Im Kubikmeter Isarwasser oberhalb München waren 305, 3 km unter München 15 231,

7 km unter München 12606, 13 km unter München 9111, 22 km unter München 4796 und 33 km unter München nur noch 2378 Keime enthalten. Die Isar hat die Selbstreinigung in 8 Stunden (unterhalb Münchens) beendigt, die Oder nach Hulwa 15 Stunden (unterhalb Breslaus), der Main in 6 Stunden (unterhalb Mainz), während sich die Seine bei Paris erst nach 20 bis 100 Stunden reinigt.

Erst vor Kurzem hat man begonnen, mehr als auf die Zahl der Bakterienkeime auf die Zahl der Arten und die letzteren selbst zu achten. Migula, der das Wasser von 400 sehr verschiedenartig gelegenen Brunnen, laufenden Brunnen und Ziehbrunnen, in der Ebene und im Gebirge gründlich untersucht hat, auch im destillirten Wasser noch reiche Bakterienentwicklung fand, betrachtet die Zahl der Keime für die Beurtheilung eines Trinkwassers als ganz unbrauchbar. Trinkwasser, des in 1 ccm mehr als 10 Species enthält, scheint ihm untauglich. Einige der in Pumpbrunnen häufiger vorkommenden Bakterien (ausgesprochene Fäulnissbakterien) fehlen den laufenden Brunnen (Quellen) ganz, so Micrococcus ureae, cinnabareus, Bacillus (fluorescens) putidus, erythrosporus, (fluorescens) liquefaciens, (mesentericus) fuscus, (mesentericus) vulgatus, tremulus; andere dagegen, wie Micrococcus coronatus, radiatus, viticulosus, luteus, Bacillus luteus sind in ihnen in überwiegender oder annähernd gleicher Menge vorhanden, wie in den Ziehbrunnen. Bisher waren nur besonders hervorragende Wasserbakterien näher untersucht worden, doch giebt es eine Reihe von Arbeiten, die sich speciell damit beschäftigen. J. Maschek hat aus den Leitmeritzer Trinkwassern 55 Bakterienarten untersucht und eingehender beschrieben, Adametz hat 87 Arten von Wasserbakterien, Grace C. Frankland und Percy F. Frankland haben eine grosse Anzahl im Flusswasser und in den oberflächlichen Bodenschichten in England vorkommender Bakterien, darunter z. B. die Arten Bacillus arborescens, aquatilis, liquidus, vermicularis, nubilus, ramosus, aurantiacus, viscosus, diffusus, candicans, scissus beschrieben. Schmelck beschreibt 30 Arten, die er 1888—89 in den Trinkwassern von Christiania gefunden, Tils 59 Arten aus den Leitungswassern von Freiburg (Ztschr. für Hygiene Bd. IX, H. 2). O. E. R. Zimmermann hat in einer ersten Arbeit 40 Arten der Chemnitzer Trink- und Nutzwasser näher behandelt (21 neu). Die grosse Anzahl der von Letzterem analysirten Arten, denen eine Bestimmungstabelle beigegeben ist, ermöglicht es, die im

Wasser gefundenen Bakterien rasch zu bestimmen (XI. Ber. d. Ntw. Ges. in Chemnitz, 1890. Zur Bestimmung vgl. auch James Eisenberg, Bakteriologische Diagnostik, Hamburg, Voss). Von den durch Zimmermann bisher beobachteten Arten von Bacillen färben das Substrat blau: Bacillus violaceus, janthinus; roth: B. ruber, miniaceus, rubefaciens; gelb oder braun: B. constrictus, fuscus, nubilus, plicatus, fulvus, helvolus, subflavus, ochraceus. Fluorescenz des Substrates erzeugen: B. (fluorescens) aureus, albus, tenuis, longus, liquefaciens. Weiss bleiben die Kolonieen von B. gracilis, guttatus, mirabilis, mycoides, radicosus, implexus, punctatus, subtilis, Proteus, vermiculosus. Von Kugelbakterien mit weisslichen Kolonieen fand Zimmermann: Micrococcus candicans, concentricus, rosettaceus, Sarcina alba; mit crêmefarbigen Kolonieen: M. cremoides (flavus), tardigradus, sulphureus, cinnabarinus, carneus. von Haudring hat aus Dorpater Nutzwassern, Malapert in Wiesbaden Wasserbakterien aufgefunden, welche die Milch gerinnen machen. Heinz hat aus dem Agramer Trinkwasser 27 Arten isolirt. Bei Brunnen fand Fränkel die meisten Bakterien in den Röhren, das Grundwasser enthielt solche nicht. Schmelck hatte bei der Untersuchung des Trinkwassers von Christiania schon nachgewiesen, dass die Bakterienzahl des Wassers zur Zeit des Schneeschmelzens am grössten und dass Schnee und Eis selbst sehr reich an entwicklungsfähigen Bakterien ist. In klarem Eis fanden sich 500—700, in alten erweichten Eisresten der Flüsse bis 3000 Bakterien im Kubikcentimeter. M. W. Foutin hat im Hagel (in 1 ccm des Thauwassers 929 Keime) 9 verschiedene Bakterienarten gefunden: Bacillus mycoides, liquefaciens, luteus, Sarcina lutea, S. aurantiaca und 4 neue Bacillen (2) und Mikrokokken (2). Andere Beobachter haben darauf hingewiesen, dass die zahlreichen im Schnee und Regen enthaltenen (zum Theil pathogenen) Bakterien direkte infectiöse Erkrankungen hervorzurufen vermögen, wie sie in Folge von heftiger Durchnässung öfter plötzlich eintreten.

Bezüglich der Methoden der bakteriologischen Wasseruntersuchung selbst, die Wasserentnahme, Kultur der Bakterien etc. sei auf das Werk von Tiemann und Gärtner, Die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Wassers. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1889, sowie auf einen Aufsatz von Pfuhl im Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde VIII, 1890, p. 645, verwiesen.

Bei dem Bakterienreichthum der Gebrauchswasser müsste in jeder Haushaltung ein Kohlenfilter benutzt werden.

Die Bakterien einer eigenthümlichen Wirkungsweise hat O. E. R. Zimmermann neuerlich untersucht. Dieselben rufen in einer Fabrik künstlicher Mineralwasser eine Schleimbildung des destillirten Wassers hervor, das nach Monaten stets syrupartig wird.

§ 31. Sphaerotilus natans Kütz. Fäden der Fadenbüschel dicht von dicken Schleimhüllen umgeben, einzeln etwa 3 μ dick, gegliedert. Fadenglieder 7—9 μ lang. Sporen kuglig, stark lichtbrechend, zuletzt rostbraun, oft vom Faden auskeimend, so dass langfluthende, büschelig-fiederig verzweigte, schlüpferige Rasen entstehen, die von Holz, Steinen, dem Boden aus entspringen. Rasen schmutzig-weiss, zur Sporenreife (Anfangs November) rostbraun und zum Theil milchweiss.

Der Pilz gedeiht besonders in den Abflüssen der Spiritusbrennereien und Brauereien und hat häufig in Städten besondere Wasserkalamitäten veranlasst, sowie dies auch der zu den Phycomyceten gehörige Leptomitus lacteus Ag. thut. Es finden sich derartige Fälle eingehend erörtert in der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin Bd. VII, Heft 1. So stellte sich in Chemnitz nach dem Bau der Brauerei zum Bergschlösschen 1863 in dem Bache, welcher die Weichwasser, Hefenabfälle etc. aufnahm, ein schwammartiger Körper in ungeheuren Massen ein, der nicht nur Röhrenleitungen und Schleusen verstopfte, sondern auch durch einen widerwärtig jauchenartigen Geruch die Umgegend derart verpestete, dass von den Sanitätsbehörden eingeschritten werden musste. Aehnliches geschah in Schlosschemnitz nach etwa zweijährigem Betrieb der Aktienbrauerei und bei Gera nach dem Bau der Tinzer Brauerei. In diesen Fällen (vgl. auch Göppert im 30. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1852, p. 60 ff.) bestand der schwammige Körper meist aus Leptomitus lacteus Ag. Dagegen fand ich den Sphaerotilus natans als Urheber einer ähnlichen Kalamität in Greiz. Etwa ein Vierteljahr nach dem Bau der Vereinsbrauerei im Jahr 1873 trat in dem Aubach, in den sich die Brauereiabgänge ergossen, eine plötzliche und auffallende Veränderung des Wassers ein, das bisher zum Waschen geeignete Wasser wurde klebrig und in einem grösseren Etablissement am Aubach mit Wollwäscherei und Wollspinnerei zum Waschen fast untauglich, in zwei grossen Teichen diese Etablissements starben die Fische plötzlich, und es

mussten bald die Versuche, dieselben von Neuem zu besetzen, aufgegeben werden; schliesslich nahm das Wasser, besonders bei niedrigem Wasserstand, einen ekelhaften, widrigen Geruch an, dicht unter der Brauerei hefenartig, in weiterer Entfernung jauchenartig, oft „nach faulen Eiern" riechend. Diese Uebelstände steigerten sich von Jahr zu Jahr, das Wasser wurde völlig unbrauchbar zum Waschen, die Teiche wurden trüb und schlammig, enthielten überhaupt keine makroskopischen Thiere mehr und die Luft wurde längs des Aubaches und der Grässlitz bis zur Elster hin — so weit war von dem Abflussrohr der Brauerei ab der ganze Flusslauf von den froschlaichartigen, schlüpfrigen, rostbraunen, gräulichweissen, im November weissfleckigen Massen des Sphaertolius ganz erfüllt — verpestet. Erst nachdem durch gerichtliche Entscheidung die Abläufe der Brauerei dem Flusse ferngehalten wurden, trat Aenderung ein.

Die Bakterien des Meeres.

§ 32. Während die Bakterienfauna der süssen Gewässer bereits vielfach erforscht ist und die im Süsswasser wie im Boden lebenden Bakterienarten auf ihre Lebensbedingungen und chemische, pathologische und andere Wirkungen untersucht worden sind, liegen über die des Meeres nur mehr beiläufige Arbeiten vor. So hat z. B. De Giaxa in einer Arbeit über das Verhalten der pathogenen Bakterien gegen Meerwasser eine kurze Beschreibung von sechs Arten gegeben, die er zahlreich an der Meeresoberfläche fand. Eine erste Arbeit, welche den Meeresbakterien, und zwar denen des Mittelmeeres ausschliesslich gewidmet ist, ist die von Russell über die im Golf von Neapel lebenden Bakterien (Zeitschr. f. Hygiene und Infectionskr. Bd. XI, 1891). Russell verwendet zur Wasserentnahme aus bestimmter Tiefe des Meeres sterilisirte, an durchbrochener Eisenplatte befestigte Probirgläser, welche mit durchbohrtem Kork verschlossen sind und in diesem ein gebogenes Glasröhrchen (mit Wattepfropfen) tragen, das nach Evakuirung des Gefässes zugeschmolzen ist. Die Füllung in gemessener Tiefe geschieht, indem durch einen an der Leine herabgleitenden Bleiring das Ende dieser Röhre abgebrochen wird. Die in dem Röhrchen hinter dem Knie etc. zurückbleibenden Luftblasen, die sich beim Emporziehen der Leine wegen der Druckverminderung des Seewassers ausdehnen, verhindern ein Eindringen neuer Wassermassen während des Aufziehens. Zur Entnahme des Schlammes

vom Meeresboden benutzt Russell ein eisernes Rohr von etwa 1 cm Durchmesser, dessen unteres Ende sich konisch zuspitzt und schräg abgestutzt ist, während das obere, durch eine Kappe mit Muttergewinde verschlossene Ende einen Ventilverschluss mit Gummidichtung trägt. Dies Rohr wird an eine Eisenstange befestigt, die schwer genug sein muss, um den Apparat fortwährend in aufrechter Stellung zu erhalten und ihn beim Aufstossen auf den Schlamm sofort tief in den Schlamm einzudrücken. Das Rohr muss sich durch einen einzigen Stoss auf den Boden mit Schlamm füllen. Durch das Ventil wird beim Aufziehen des Apparates das Eintreten von Wasser verhindert. Zur Untersuchung dienten Russell meist Plattenkulturen. Mit Hilfe der engsten Sorte von sterilisirten Korkbohrern wird aus dem Schlamm der innere Theil ausgestochen und davon ein bestimmter Theil, der wurstförmig hervorgepresst wird, abgeschnitten. Russell nahm als Einheit Stücke von 0,5 cm, die 0,05 ccm Volumen hatten. Diese abgetheilten Schlammmengen wurden in 100 ccm fassenden Erlenmayer'schen Fläschchen, von denen jedes 25 ccm sterilisirtes destillirtes Wasser enthielt, gebracht und mehrere Minuten tüchtig umgeschüttelt. Bildeten sich beim Klären Klümpchen, so wurden diese durch sterilisirten Glasstab zerdrückt und vertheilt. Von dieser Anschwemmung wurden 0,5 ccm mit der Pipette entnommen und in gleicher Weise wie die Wasserproben zu Platten verwendet. Als Einheit diente so eine Schlammmenge von 0,001 ccm.

Russell kam bezüglich der Vertheilung der ächten Meeresbakterien vorläufig zu folgenden Hauptresultaten:

Die Zahl der in dem Seewasser vorhandenen Mikroorganismen scheint im Allgemeinen bedeutend kleiner zu sein, als die in dem gleichen Volumen Süsswasser enthaltenen, auch dann, wenn letzteres nicht durch einfliessende Abfallwasser beeinflusst worden ist.

Die Entwicklung der Meerwasserbakterien scheint nicht an eine bestimmte Zone gebunden zu sein, wohl aber scheinen die Bakterien in den tiefen, mittleren und oberflächlichen Schichten ganz gleichmässig vertheilt zu sein.

Der Bakteriengehalt des Schlammes ist stets sehr viel grösser, als der gleicher darüber vorhandener Wassermassen, und zwar wird dies Verhältniss — ausser vielleicht in der litoralen Zone — durchaus nicht durch Derivate vom Festland hervorgerufen, sondern durch das Wachsthum und die Vermehrung von Bakterien, welche grösstentheils direkt in den Schlammschichten einheimisch sind.

Während kein allgemeines Gesetz über die Bakterienvertheilung im Wasser aufgestellt werden konnte, findet eine augenfällige Abnahme der Schlammbakterien bis zu einer Tiefe von 200 m statt, von da an aber bis zu den grössten durchforschten Tiefen, 1100 m, konnte eine fernere bedeutende Verminderung nicht mehr gefunden werden.

Die vertikale Vertheilung der verschiedenen qualitativ untersuchten Species aus dem Schlamm zeigt, dass die Maxima der Entwicklung in der Nähe der Oberfläche liegen, aber dass die Minima derselben in einer Tiefe von 1100 und mehr Metern noch lange nicht erreicht sind.

Die Lebensverhältnisse der Bakterien des Mittelmeeres — die meisten derselben gehörten zu den grossen Bakterienformen — erscheinen völlig dem Meeresleben angepasst. Zwar gedeihen die meisten auf den gewöhnlichen künstlichen Nährböden, aber erst wenn der Salzgehalt hinreichend vergrössert oder noch besser, wenn zu ihrer Herstellung Meerwasser verwendet worden ist.

Die Temperaturoptima liegen viel niedriger als die der terrestrischen Saprophyten — der Durchschnittstemperatur des Mittelmeeres von 13° C. entsprechend. Eine Anzahl von Formen entwickelte sich bereits bei 37° nicht mehr. — Die Zahl der anaëroben Formen im Tiefenwasser des Mittelmeeres ist eine geringe. — Die untersuchten Arten waren für Warmblütler nicht pathogen.

Von den näher untersuchten Bakterien des Meeresschlammes haben drei Species im Mittelmeer eine allgemeine Verbreitung, nämlich Bacillus limosus, B. granulosus und Cladothrix intricata. Davon ist wieder Bacillus granulosus der gemeinste und findet sich überall häufig von der Küste an bis zu 1100 m Tiefe. Hier ist er sogar die herrschende Art. Von B. limosus, der sich leicht durch sein ausserordentlich rasches Wachsthum auf Gelatine erkennen lässt, erreichte Russell die untere Verbreitungsgrenze nicht, das Maximum der Entwicklung erreichte aber diese Bakterie ebenso wie Cladothrix intricata in der Nähe der Küste. Die letztere war aus 1100 m Tiefe nicht mehr nachweisbar. Alle drei Arten kamen nicht in den Wasserproben vor. Die anderen Arten waren weniger gemein. Bacillus thalassophilus fand sich selten in den litoralen und sublitoralen Schlammschichten, häufiger anaërob im Tiefseematerial, B. litoralis dagegen nur in der Nähe der Küsten. Der viel seltenere B. halophilus zeigte besondere Vorliebe für salzhaltige Medien. Besonders bemerkenswerth ist bei allen die Entwicklungs-

fähigkeit innerhalb sehr weiter Grenzen. Bedenkt man, dass bis zur Tiefe von 1100 m eine Druckzunahme von 100 Atmosphären stattfindet, und dass die Dunkelheit, die differenten chemischen und physikalischen Verhältnisse, der verschiedene Gasgehalt hier bedeutende Unterschiede bedingen, so ist es merkwürdig, dass vier der untersuchten Arten eine Verbreitung zeigen, deren vertikale Grenzen mindestens 1100 m von einander entfernt liegen und bei einigen wahrscheinlich noch bedeutend weitere sind.

Bacillus thalassophilus Russell fand sich ganz allgemein in den Schlammkulturen aus dem Mittelmeer bei anaërober Behandlung. Im hängenden Tropfen erscheint er mikroskopisch als ein langsam beweglicher, schlanker Bacillus von wechselnder Länge, der sich gerne zu Fäden ohne sichtbare Theilgrenze entwickelt. In frischen Kulturen wird er durch Ziehl's Lösung homogen gefärbt und zeigt deutlich die Theilungsstadien. In Löffler's Lösung mit Fuchsin färbt er sich überhaupt nicht und alte Kulturen nehmen auch in der Ziehl'schen Lösung nur wenig Farbe an. In Gelatinekulturen treten endogene, sehr kleine, mittel- oder endständige Sporen auf. In alten Agarkulturen treten lange, am Ende in Micrococcusketten zerbrochene Fäden auf. Bei seinem Wachsthum auf Nährböden zeigt der Bacillus thalassophilus ausgesprochen anaërobe Eigenschaften.

In Meerwassergelatine treten nach 2—3 Tagen Kolonieen in Form trüber Bläschen am unteren Ende des Impfstiches auf, denen neue darüber folgen, bis sich eine lange graue, halbdurchsichtige, sackförmige Masse gebildet hat, oberhalb deren sich bald Gas ansammelt. Die Gelatine wird dann rasch nach der Wand zu (langsamer nach der Oberfläche hin) verflüssigt.

Gelatinekulturen zwischen Doppelplatten zeigen nach 2—3 Tagen die ersten Kolonieen, die bei schwacher Vergrösserung ein dünnes Netzwerk von Filamenten bilden. In den Kolonieen wird viel Gas entwickelt und tritt bald intensiver Skatolgeruch auf. Bald wird die Gelatine verflüssigt. Auf Agar wächst der Bacillus dünn am Impfstich entlang 2 cm von der Oberfläche entfernt und nimmt innerhalb der ersten zehn Tage nur wenig an Ausdehnung zu.

B. granulosus Russell, ein ächter Schlammbacillus, der sich in unmittelbarer Nähe der Küste des Mittelländischen Meeres bis zu 1100 m Tiefe findet und durch grosse Variabilität ausgezeichnet ist. Im hängenden Tropfen von Gelatinekulturen bildet derselbe schlanke Fäden aus ziemlich grossen, dickwandigen Bacillen. Gewöhnlich

ohne Eigenbewegung, zeigt derselbe in Bouillonkulturen im Brüteschrank eine langsam schwingende Bewegung. Auf Agar und Kartoffeln zeigen die Fäden unregelmässige Entwicklung zu traubenartigen Aggregaten, kurzen, plumpen Zellen, deren jede eine stark glänzende Spore einschliesst. Da diese sonderbaren Zellen, die oft viel länger als breit sind, sich sowohl durch Theilung als durch Sporenbildung fortpflanzen, so können sie nicht als Involutionsformen betrachtet werden. Das Protoplasma scheint normalerweise granulirt zu sein. In anaëroben Kulturen sind die Zellen meist isolirt oder zu zweien vereinigt. — Der Bacillus färbt sich leicht und gleichförmig in verschiedenen Mitteln, wie Fuchsin, Ziehl'scher Lösung, während Kühne's Carbolmethylblau die Granula energischer färbt als die übrigen Theile der Zelle. Bei Anwendung von Gram's Methode behält er seine Farbe.

Auf Gelatineplatten bilden die Oberflächenkulturen dünne, blattartig ausgebreitete Massen bei schwacher Vergrösserung mit concentrischen Linien. Bei stärkerer Vergrösserung laufen oft unregelmässige helle oder dunkle Linien über die Kolonieen, die, durch kleine Fältelungen hervorgerufen, an die Anastomosen der Blattnerven erinnern. Meist tritt dann bald Verflüssigung ein. Charakteristisch ist auch das Wachsthum auf Kartoffeln. Nach ca. 30 Stunden entsteht auf diesen ein feuchter, weissschimmernder Fleck, der sich in der Folge über die Oberfläche nicht weiter verbreitet, sondern in vertikaler Richtung eine dicke, weissglänzende, fadenziehende Masse bildet. Nach 5—6 Tagen wird diese Zoogloea matt wachsartig und nimmt eine immer dunkler werdende braune Farbe und höckerige Oberfläche an. Bis zu gewissem Grad vermag der sonst aërobe Pilz auch anaërob zu gedeihen.

Bacillus limosus Russell, ein Schlammbewohner des Mittelmeeres von ausserordentlich intensivem Wachsthum. Mikroskopisch erhält man in Gelatinekulturen eine lange, schlanke, oft granulirte Form, 1,25 μ breit, 3—4 μ lang. Meist sind zwei oder mehr Zellen eng verbunden und zeigen eine langsame, ruhig schwingende Bewegung. Im hängenden Tropfen von Kartoffelkulturen treten isolirte kürzere und plumpere Zellen ohne die Brownsche Bewegung auf. Sporen werden in Kartoffelkulturen leicht an dem einen Zellende gebildet.

Gelatinekulturen wirken rasch verflüssigend. In Meergelatine wächst der Bacillus üppiger und erzeugt nach 24 Stunden am Impfstich entlang eine trübe Flüssigkeit, die sich nach oben

hin trichterförmig ausbreitet. Nach etwa 70 Stunden ist die Gelatine verflüssigt; im unteren Theil der Röhre sammeln sich leichte, flockige Massen, während an der Oberfläche ein leicht zerreissbares Häutchen entsteht. In gewöhnlicher Gelatine treten dieselben Erscheinungen langsam auf. — Auf Agar treten üppige Kolonieen als kreisförmige weisse Flecken auf, die im unteren Theil zu einem feuchten, weissglänzenden Belag zusammenfliessen. Auf Kartoffeln entsteht ein dünner, trüber, weissgrauer Belag, der sich weit über die Oberfläche ausbreitet, aber schon nach den ersten Tagen die Entwicklung einstellt.

Bacillus litoralis Russell tritt in bedeutender Menge im Schlamme des Mittelmeeres von geringer Tiefe auf. Er bildet auf Gelatinenährboden eine wenig charakteristische, langsam wachsende Art. Die Stäbchen sind kurz, 2—4mal so lang als breit, durch Löffler's Blau gut färbbar, und entfärben sich nach der Gram'schen Methode. In Gelatinestrichkulturen ist das Wachsthum durch die Bildung weisslicher, halb durchsichtiger Kolonieen charakterisirt, die nach dem zweiten Tage auftreten, sich langsam ausbreiten und schliesslich zusammenfliessen. Nach 5—7 Tagen sinken die dichteren weissen Kolonieen infolge der Verflüssigung der Gelatine ein und bald nimmt der Niederschlag in der verflüssigten Masse einen röthlichbraunen Ton an. Auf Kartoffeln wächst der Bacillus nicht.

Bacillus halophilus Russell vom Mittelmeer bietet der Kultur besondere Schwierigkeiten und zeigt dann ein sehr verschiedenes Auftreten. Frische Kulturen in Meerwassergelatine enthalten einen kleinen Bacillus von sehr variabler Länge, 0,7 μ breit, 1,5—3,5 μ lang, der oft paarweise vereinigt ist und eine ausserordentlich rasche Bewegungsfähigkeit besitzt. Derselbe ändert rasch seine Gestalt, und in 2 Tage alten Kulturen findet man sowohl hefeähnliche, wie gestreckte Formen, zuletzt noch zahlreicher die abnormen, an die Monaden erinnernden Formen (an Monas vinosa). Russell glaubt, dass die sogen. Monaden, die sich hauptsächlich im Wasser finden, sich auf abnorme Entwicklungsstadien von Bacillus halophilus und Verwandten zurückführen lassen. — Anilinfarben nimmt der Bacillus nur schwer auf, in Löffler's Lösung bleibt er ganz ungefärbt und nach Gram entfärbt er sich. Mit Ziehl'scher und Kühne's Lösung wird das Protoplasma sehr unregelmässig gefärbt, während es sich in Fuchsin schwach, aber homogen färbt. — Von künstlichen Nährböden hat sich bisher nur die Gelatine als zur Kultur geeignet erwiesen. Es entstehen im Impfstich in Meer-

wassergelatine-Stichkulturen nach 2—3 Tagen unregelmässig begrenzte trübe Punkte von Kolonieen, die rasch zu einer Linie zusammenfliessen, gleichzeitig die Gelatine um den Impfstich herum zu einer dicken, trüben Masse verflüssigen und Gas entwickeln. Bisweilen entsteht so viel Gas, dass die flüssige Gelatine als schaumige Masse über die noch feste emporgetrieben wird. In gewöhnlicher Gelatine ist das Wachsthum ein bedeutend langsameres, das sich zunächst durch eine weissliche Linie bemerklich macht; nach etwa 70 Stunden entsteht ein schmaler Verdunstungstrichter, der stetig an Länge zunimmt und meist gasige Produkte von Anfang an enthält.

Cladothrix intricata Russell findet sich im Schlamm des Mittelmeerbodens in den verschiedensten Tiefen und ähnelt bezüglich der Bildung der Theilungs- und Dauersporen dem Genus Bacillus, in der Art des Wachsthums der Fäden aber der Cladothrix dichotma. Das normale Wachsthum scheint auf Gelatine stattzufinden. In Kartoffelkulturen sind die Zellen kürzer und abgerundet, in älteren Kulturen theilen sie sich in mehrere kurze und plumpe Zellen, und schliesslich zeigt sich in vielen der Theilstücke eine schlanke, oblonge Spore. Auf Gelatine entstehen weisslich schimmernde Schimmelkolonieen, in Stichkulturen erinnert das Anfangsstadium (feingekräuselte, in die Gelatine endigende Fädchen) an den Wurzelbacillus. Auf Kartoffeln entsteht eine unregelmässige, mattweisse Masse, die nach 31 Tagen nicht mehr zunimmt. Der Salzgehalt des Nährbodens scheint bei Cl. intricata auf das Wachsthum ohne Einfluss zu sein.

Spirillum marinum Russell findet sich im Schlamm wie im Wasser des Mittelmeeres.

II. Abtheilung.

Die Myxomyceten, Schleimpilze.

(Mycetozoen, Pilzthiere etc.)

§ 33. Die Schleimpilze oder Myxomyceten bilden meist anfangs membranlose, nackte, schleimig-rahmartige Plasmamassen oder Plasmodien von weisser, gelber oder anderer Färbung, die auf Lohe, faulem Holz oder zwischen faulenden Substanzen und an Pflanzenstengeln umherkriechen, indem sie netzförmig verbundene, lappige Plasmafortsätze aussenden, in die die übrige Masse nach-

fließt. Die verdaulichen Gegenstände können an beliebiger Stelle umflossen und verdaut, die unverdaulichen wieder abgeschieden werden. Zur Fortpflanzungszeit wandelt sich entweder das ganze Plasmodium, indem es sich abrundet und bestimmte Gestalt annimmt und eine Zellhaut abscheidet, in ein Sporangium um, oder es bildet mehrere Einzelsporangien der mannigfaltigsten Form, häufig an die Gestalt mancher höheren Pilze erinnernd. So giebt es unter den Myxomyceten Arten, die wegen der ähnlichen Gestalt ihrer Fruchtkörper früher zu den verschiedensten Pilzgruppen gestellt wurden, zu Mucorineen, Gasteromyceten, Polyporeen, Hydnaceen etc. Die Sporangien bilden im Innern Sporen, die sich zunächst in Nichts von den Pilzsporen unterscheiden, daneben vielfach der Sporenaussaat dienende hygroskopische feine, einfache, solide oder röhrenförmig hohle Fäden, das sogenannte Capillitium, mit oder ohne Kalkeinlagerung. Bei der Keimung schlüpft aus der Spore ein meist einwimperiger Schwärmer, der dann zur Amöbe wird, oder sogleich eine stetig ihre Form verändernde Amöbe aus. Die Schwärmer können sich vergrössern und durch Zweitheilung vermehren, fliessen schliesslich aber zusammen, um in der Regel wieder ein Plasmodium zu bilden. Sowohl die Amöben, wie auch die Plasmodien können unter ungünstigen Ernährungs- und Feuchtigkeitsverhältnissen Dauerzustände (Mikrocysten der Amöben, Makrocysten der jungen und die kuchenförmigen Phlebomorphen der alten Plasmodien) bilden, die dann erst bei günstigeren Bedingungen wieder zur Entwicklung kommen. Wegen der selbstständigen Bewegung der völlig mycellosen Plasmodien, sowie auch wegen der amöboiden Keimungszustände der Sporen (mit Schwärmer-, Amöben- oder Schneckenbewegung) hat man die Schleimpilze vielfach zu den Thieren gerechnet. In der That nehmen sie eine Zwischenstellung zwischen Protozoën und Pilzen ein, dürften doch aber mit Fug und Recht den letzteren zugezählt werden, zumal auch bei einigen der letzteren amöbenartige Entwicklungszustände bekannt geworden sind.

I. Ordnung: Acrasieen.

§ 34. Die Ordnung enthält saprophytische Myxomyceten, bei denen aus den Sporen sofort Amöben (keine Schwärmer) gebildet werden, die nicht zu Plasmodien, sondern direkt zur Fruchtbildung zusammentreten, wobei jede Spore aus einer Amöbe hervorgeht. Hierher gehören die auf Mist wachsenden Guttulineen (Guttulina protea Fayod) und die Dictyosteliaceen, die in ihrer Formgestaltung die Mucornieen nachahmen.



Fig. 3.

Erläuterungen zu Figur 3.

Bakterien.

1. Einzelne kleinere und grössere Kokken.
2. Diplokokken.
3. Streptokokken.
4. Tafelkokken (Micrococcus tetragenus).
5. Packetkokken (Sarcina ventriculi).
6. Haufenkokken (Staphylokokken etc.).
7. Leuconostoc Lagerheimii.
8. Bacillen, etwas dickere.
9. „ dünnere.
10. „ in Hantelform.
11. Stäbe und Fäden ohne sichtbare Gliederung.
12. In Ketten zusammenhängende Stäbchen.
13. Gebogene und wellig gekrümmte Stäbchen und Fäden ohne Gliederung.
14. Recurrenzspirochäten.
15. Spirochäten aus Zahnschleim bei Mundkatarrh.
16. Denecke's Spirochäte aus faulem Käse.
17. Choleraspirochäte.
18. Spirillum volutans (Cohn).

Dictyostelium mucoroides Bref. und Polysphondylium violaceum Bref.

Es sind dies zwei Myxomyceten, die äusserlich den Fruchtträgern unserer gemeinsten Schimmelpilze völlig gleichen und auf Dünger wachsen. Bei dem einen derselben wird auf langem mehrkammerigen Stiel, wie bei Mucor, ein vielsporiges Sporenköpfchen gebildet, während bei dem anderen (Polysphondylium) die violetten Fruchtträger mit einem ähnlichen grossen Sporangium endigen, unter dem aber viele mit kleineren Sporangien endende Seitenzweige in regelmässigen Abständen und wirteliger Anordnung gebildet werden. Beide Arten entstehen trotz ihres vielzelligen Baues durch Aggregation zahlreicher Einzelindividuen niederster Ordnung, aus Amöben. Die aus den einzelnen Sporen ausschlüpfenden Amöben wandern nach einer Stelle hin und lagern hier zu einem Haufen zusammen, und zwar schlagen sie dabei aus weiter Umgebung die Richtung nach einem gemeinsamen Centrum in sehr schneller Bewegung ein. Aus dem Amöbenhaufen bilden sich die Fruchtträger unmittelbar, wobei den im Innern derselben in bestimmter Weise gruppirten Individuen die Bildung der Stiel-

anlage zufällt. Mit dem Stiel wölbt sich die Masse aufwärts und kriecht an dem Stengel empor, wobei die an die Verlängerung der Stielanlage kommenden Amöben zu Stielzellen werden. Nach völliger Bildung des Stiels zieht sich die übrige Masse zu einer (den Pilzsporangien entsprechenden) Kugel zusammen und jede Amöbe wird zur Spore. Die Stielamöben vergrössern sich durch Wasseraufnahme, erhalten Membranen und verwachsen mit einander zu dem vielzelligen Gewebe des gekammerten Stieles.

II. Ordnung: Myxogasteres.

§ 35. Aus den Sporen dieser von abgestorbener organischer Substanz lebenden Myxomyceten entstehen monadenartige Schwärmer, aus diesen meist kriechende Amöben, die zu Plasmodien zusammenfliessen. Aus letzteren entstehen die dem Substrat frei aufsitzenden Fruchtkörper. Als Vertreter dieser Gruppe besprechen wir

Fuligo (Aethalium) septica Gmel., die Lohblüthe.

Die Plasmodien dieses häufigsten aller Schleimpilze bilden in Wäldern kleinere, an Moosen und Baumstümpfen umherkriechende, auf den Lohhaufen der Gerber etc. aber bis zu einem halben Meter grosse, lebhaft chromgelbe Plasmodien und braungelbe Dauerzustände (Phlebomorphen). Fruchtkörper von sehr verschiedener Form und Grösse, oft polsterförmig, 1—4 cm breit, 2—10 cm lang, von einer meist kalkhaltigen Rinde eingeschlossen. Das stark entwickelte Capillitium ist weiss oder gelb, das Sporenpulver schwarzbraun, aus kugligen, glatten, braunvioletten, 7—10 μ grossen Sporen bestehend. Bei feuchtem Wetter an der Oberfläche der Lohe. Wenn „die Lohe blüht“, wird daher meist schlechtes Wetter. (Um Greiz heisst der Pilz „Drachendreck“ und gilt für das Excrement des daselbst im Volksaberglauben noch überall spukenden feurigen Drachen, der durch den Schornstein einfährt, um den Leuten, „die den Drachen haben“, Milch, Käse und andere Schätze zu bringen, und von diesen dafür mit Hirsebrei gefüttert wird. Wird der Schleimpilz auf dem Dünger oder an feuchten Wänden eines Hauses gefunden, so kommt der Besitzer hierdurch in den Verdacht, dass er den Drachen habe.)

Schleicher fand und Stahl bestätigte es, dass die Plasmodien der Lohblüthe (und wohl aller Myxomyceten) dem Wasserstrom entgegenstreben. Es ist leicht, mit Hilfe der Wasserströmung die Plasmodien in jeder beliebigen Richtung fortschreiten zu lassen. Stahl brachte das Plasmodium mit Filtrirpapierstreifen, die er aus

einem Wassergefäss in ein anderes tiefer stehendes führte, mit Leinwandstreifen, Fäden etc., die von Wasser durchströmt waren, in Verbindung und konnte so grosse Mengen reiner Plasmodien aus ihrem Substrat hervorlocken. Dieselben bewegten sich stets der Strömung entgegen, mochte die Strombahn auf- oder absteigen oder horizontal verlaufen. Ausser dieser Bewegung der Strömung entgegen (dem „Rheotropismus") fand Stahl die Plasmodien positiv hydrotrop, d. h. dieselben bewegen sich auch da, wo keine Strömung vorhanden ist, wo nur der Wasserdampf einwirken kann, von dem trocknen zum feuchten Gegenstand hin. Es gilt dies aber nur für die Plasmodien, die sich noch nicht zur Fruktifikation anschicken. Kurz vor der letzteren und während derselben erweisen sich die Plasmodien ebenso sicher als negativ hydrotrop, d. h. die Feuchtigkeit fliehend, sie klettern dann auf trockene, ihnen entgegengebrachte Gegenstände. Auch chemische Ursachen beinflussen die Bewegung. So verursachen Kochsalz und andere wasserentziehende Substanzen, wie Salpeter, Rohrzucker, Traubenzucker, ebenso Stoffe, die eine Quellung der Plasmodien bewirken, wie Kaliumkarbonat, überhaupt alle schädlich auf das Plasmodium wirkenden Substanzen einen Rückzug desselben; dagegen Lohstückchen, Lohaufguss etc. eine Anziehung: so dass auf Grund dieser Beinflussungen ein Durchsuchen des Substrates seitens der Plasmodien stattfindet.

Einige andere der auffälligsten Myxogasteres sind die an alten Stöcken wachsenden, fleischrothe, kuglige, bis 1 cm grosse Fruchtkörper bildende Art Lycogala epidendron L., ferner die Spumaria alba (Bull.) DC., welche als Plasmodium an Zweigen, Gräsern, Moosen etc. einen dem Kukuksspeichel der Schaumcicade ähnlichen Schaum bildet.

III. Ordnung: Phytomyxinen.

§ 36. Schmarotzer, deren Plasmodien im Innern der Pflanzenzellen leben und dann in freie Sporen zerfallen. Die aus der Spore auskriechende Myxomöbe hat kriechende (Limax-) Bewegung. (Hierher wurden früher auch die Urheber der Wurzelknollen der Erlen etc. gerechnet.)

Ob der unter der Epidermis der Agaveblätter wachsende und deren Pallisadengewebe hypertrophisch verändernde Tylogonus Agavae Miliakaris hierher gehört, bedarf noch der Bestätigung, dagegen ist die Entwicklung des folgenden Myxomyceten bekannt.

Die Kohlhernie.

Plasmodiophora Brassicae Woron. ruft an den Wurzeln der Kohlpflanzen in grosser Menge gallenähnliche Anschwellungen von Perlen- bis Kartoffelgrösse hervor, die häufig den Ernteertrag wesentlich schädigen und ein Welken der Blätter, sowie eine Fäulniss der Wurzeln hervorrufen. Die Krankheit, welche bereits mit dem Samen übertragen werden kann, führt um Petersburg, wo sie in den Gemüsegärten grossen Schaden bringt, den Namen Kapoustnaja Kila, in England und Amerika Clubbing, Clubroot, Hanbury, Fingersandtoes, in Belgien und Frankreich Vingerziekte und Maladie digitoire und kommt bei allen Kohl- und Rübensorten, wie bei Raps und Rübsen (Varietäten von Brassica oleracea, Br. Napus, Br. Rapa), wie auch bei der Levkoye (Matthiola incana) und bei anderen kultivirten Kreuzblüthlern vor. Der Pilz, welcher die Zellen des Rindenparenchyms bewohnt und zu krankhaften Wucherungen veranlasst, ist einer der einfachsten Myxomyceten, dessen schaumiges Plasmodium durch die Tüpfel der Zellwände etc. von Zelle zu Zelle wandert. Die zahlreichen kugligen, ca. 1,6 μ grossen Sporen, in welche das Plasmodium zuletzt zerfällt, sind farblos, glatt und werden durch Auflösung der Nährzelle frei. Bei ihrer Weiterentwicklung schlüpft eine Myxamöbe aus von Spindelform und mit einer langen Cilie am Vorderende. Dieselbe hat meist eine unter Gestaltswechsel nach vorn gerichtete, fliessende Bewegung, zuvor aber meist eine eigenthümliche kriechende Bewegung, bei der der Amöbe durch Ausstülpungen an Gegenständen festhaftet. Die Mittel gegen die Ausbreitung der Krankheit können sich nur auf eine Desinfection des Bodens (Beimengung von ungelöschtem Kalk vor der Aussaat der Pflanzen) richten. Wahrscheinlich vermögen auch Insekten (Amthomyia Brassicae, A. trimaculata, Baris lepidii, Curculio?) als Gallenerzeuger mitwirken, doch findet sich bei der in grösserem Massstab und epidemisch auftretenden Krankheit stets die Plasmodiophora. Die Anschwellungen haben übrigens mit den Leguminosengallen, z. B. bei Vicia Faba, äusserlich einige Aehnlichkeit.

III. Abtheilung.

Fadenpilze, Eumycetes.

§ 37. Die eigentlichen Fadenpilze haben ein Mycelium mit ächtem Spitzenwachsthum, das direkt oder in Fruchtkörpern Sporen

bildet, aus denen wieder ein einfacher oder verzweigter Keimschlauch entsteht. Die Sporenträger und Fruchtträger sind die Endverzweigungen der Mycelfäden oder entstehen durch deren Verflechtung. Es finden sich bei ihnen von ungeschlechtlichen Fortpflanzungsformen Zellen, in deren Innerem Sporen entstehen — die Sporangien. Indem sich schliesslich nur eine Spore in ihnen entwickelt, die bei den höheren Formen mit der Sporangiumwand verwachsen bleibt oder in der die letztere völlig rudimentär ist, wird daraus das Schliesssporangium oder die Conidie. Neben der ungeschlechtlichen Sporenform, die bei den niedersten Eumyceten — den Algenpilzen oder Phycomyceten — allein zur sofortigen Verbreitung dient, findet sich bei den letzteren noch die geschlechtliche Erzeugung von Dauersporen, die der Ueberdauerung ungünstiger Vegetationsverhältnisse (Kälte, Trockenheit, Nahrungserschöpfung etc.) angepasst sind. Sie entstehen — nach Art der Conjugatensporen oder der Dauersporen der Oophyceten — entweder durch Kopulation gleichartiger Zellen oder durch Befruchtung einer besonderen Eizelle des Oogoniums vermittelst des Antheridiums. Bei den höheren Gliedern der Eumyceten — den Mycomyceten und den den Uebergang zu ihnen bildenden Mesomyceten ist die Sexualität völlig abhanden gekommen. Sie ist überflüssig geworden, da häufiger verschiedenen Sporen entstammende Bildungen (Mycelien etc.) durch Fusion zur Bildung der vegetativen oder fructificativen Formen zusammentreten. (Die Fusion ist auch als artenbildendes Princip bei den höheren Pilzen wirksam gewesen. Vgl. meinen Aufsatz: „Die Aggregation als artenbildendes Princip“ in der „Wissenschaftl. Rundschau“ der Münch. N. N. 1891, Nr. 330.)

Schon bei den Phycomyceten treten (wie bei den Myxomyceten etc.) Hemmungsbildungen ein. Die Fruchtkörperanlage wird selbst zum Dauerzustand — zur Spore. Solche zur Spore gewordene Fruchtkörperanlagen, die Chlamydosporen, finden sich bereits typisch bei Chlamydomucor und bei den Oomyceten gelegentlich, sie treten dann in allen Abtheilungen der höheren Pilze auf und sind in einigen Abtheilungen — den parasitischen Brandpilzen, Rostpilzen, bei wenigen (wenigstens fakultativ parasitischen) höheren Pilzen (Oligoporus, Nyctalis) zur Hauptfortpflanzungsform geworden.

Die niedersten Formen der Eumyceten (der Phycomyceten) entbehren häufig schon der sexuellen Fortpflanzung, häufig sogar der Mycelbildung. Oft ist bei ganz nahe verwandten Pilzformen hier die Geschlechtlichkeit noch vorhanden, dort fehlt sie.

An Stelle der Anpassung an das Landleben — des Keimschlauches — finden sich noch die Schwärmzustände der Algen und niederen Wasserthiere.

Der Anschluss der Eumyceten ist bereits bei den niedersten Algenformen und da zu suchen, wo die niederste Thierwelt einsetzt, und von da ist während des Wasserlebens die Entwicklung meist parallel der der Algen, daneben aber auch der der niederen Thiere parallel erfolgt. Anklänge an die Monadinen und andere Urthiere sowohl und auch an die von letzteren abzuleitenden Schleimpilze oder Myxomyceten (Mycetozoen „Pilzthiere"), als auch an die Algen der Zygophyceen wie Oophyceen, finden sich bei den niedersten und vereinzelt bei den höheren Formen der

I. Klasse der Wasserpilze oder Phycomyceten,

die durch das ausschliessliche oder gelegentliche Vorkommen von Schwärmzuständen (Schwärmsporen, Amöben), sowie durch die sexuelle Bildung von Dauersporen ausgezeichnet sind. Durch die nackten amöboiden Plasmakörper von Olpidiopsis, Woronina, Synchytrium Rozella, Reessia etc. erinnern sie an Protozöen und Myxomyceten, durch die Formen der Sexualität etc. an die Algen, während nach oben hin die Eigenthümlichkeiten der Phycomyceten bis zu den höheren Pilzformen erhalten geblieben sind (Durchwachsung des Sporangium bei Harpochytrium, Pythium, Saprolegnia etc.). Die Fruchtformen der höheren Pilze sind überhaupt in einfacher Weise aus denen der Phycomyceten abzuleiten; eigentlich neue Fruchtformen sind bei ihnen nicht aufgetreten.

I. Ordnung: Chytridieen.

§ 38. Sie vermitteln den Uebergang zu den Ancylisteen (Harpochytrium, Achlyella) den Oomyceten und Zygomyceten. Das Mycel ist meist schwach entwickelt, vielfach ganz fehlend. Es werden dann nur Schwärmsporangien gebildet, aus denen sich die Schwärmsporen durch Oeffnungen, Canäle, Deckel entleeren. Die Dauersporen entstehen entweder direkt aus den vegetativen Schwärmsporangien, indem letztere anstatt Schwärmer zu bilden, sich mit einer derben Membran umgeben und zum Dauerzustand werden, oder sie entstehen durch Kopulation der Zellen (vgl. die Zygochytrien).

Die Chytridieen sind zum Theil ächte Wasserpilze, die in allerlei Wasserorganismen, Thiere, Sporen, höhere Wasserpflanzen eindringen und in ihnen schmarotzen (analog den niederen Algen

Chlorochytium etc.), zum Theil sind sie aber auch zu, oft gefährlichen Schmarotzern an feuchtem Standort befindlicher höherer Pflanzen geworden, wie bei Synchytrium, Cladochytrium, Urophlyctis, Olpidium Trifolii etc. (vgl. die biologisch verwandten Gattungen Doassansia, Entyloma unter den Brandpilzen).

Die auf Landpflanzen parasitirenden Arten bilden entweder gleich den Brandpilzgattungen Eutyloma und Doassansia unscheinbare verfärbte Flecken an den befallenen Blättern und Stengeln (Cladochytrium, Urophlyctis, die früher mit Doassansia auch zu der gleichen Gattung Physoderma gestellt wurden), oder sie bilden winzige, grünlich durchscheinende oder von Anfang an gefärbte Bläschen (Gallen), die mit einander verschmelzen und weitverbreitete Krusten und Missgestaltungen bilden können (Synchytrium bei Landpflanzen entspricht dem Cladochytrium der Wasserpflanzen; Urophlyctis findet sich auf Landpflanzen an überschwemmten oder feuchten Stellen), oder die Wirthspflanze erzeugt — bei Olpidium Trifolii — blasige Auftreibungen der Blätter und Verkrümmungen der hoch aufgeschossenen Stengel. Bei jungen Kohlpflanzen wird durch Olpidium brassicae der untere Theil des Stengels erweicht und zersetzt, so dass die Kohlpflänzchen umfallen.

Für die im Wasser lebenden Chytridiaceen — sowie auch Ancylisteen — haben unabhängig von einander Tomaschek und Zopf eine ausgezeichnete Fangmethode aufgefunden. Streut man auf das Wasser, welches auf Chytridiaceen untersucht werden soll, Pollenkörner (Kiefernpollen, Pollen von Typha, Phlox etc.) oder Sporen von Gefässkryptogamen etc., so findet man diese bald von den verschiedenen Chytridiaceenformen, deren Schwärmer in dem Wasser vorkommen, besiedelt. Einige Arten wurden bisher nur in den, dem Wasser aufgestreuten Pollen gefunden, wie Phlyctidium pollinis A. Br. etc. — Bemerkenswerth ist es, dass einzelne Arten sich in den Sporen von Schmarotzerpilzen auf Landpflanzen vorfinden, wie Olpidiella uredinis Lagerh. in den Rostpilzsporen.

Bei der Bestimmung der Arten ist die Art der Entleerung der Schwärmsporen in Betracht zu ziehen; bei letzteren die Stellung der Geisseln (Cilien). Die meisten Arten besitzen nur eine Geissel, wenige, wie Olpidiopsis, Rozella, Woronina deren zwei.

1. Familie: Olpidiaceen.

§ 39. Diese Chytridiaceen haben kein Mycelium und kein Wurzelsystem und entbehren der geschlechtlichen Fortpflanzung. Die

Zoosporen dringen ins Innere lebender Zellen und entwickeln sich hier wohl meist zu Plasmodien, die sich in ein einzelnes Schwärmsporangium oder in Dauersporangien umwandeln. Die Schwärmsporen werden durch eine oder mehrere Oeffnungen oder Kanäle nach aussen entleert. Die Gattung Sphaerita hat Schwärmer mit einer zurückgekrümmten Cilie am Vorderende. Die Sporangiumhaut platzt bei Entleerung der Sporen und verflüssigt sich sodann. Sphaerita endogena Dangeard schmarotzt auf Wurzelfüsslern, Augenthierchen und Kryptomonadinen; auf ihr schmarotzt wieder Olpidium Sphaeritae Dang. Die Gattung Olpidium hat dieselbe Lage der Schwärmsporenwimper, die aber gerade ist. Ihr Sporangium öffnet sich aber durch eine Pore oder durch einen Halskanal. Zu ihr gehören ausser verschiedenen Arten, welche in Algen, Räderthierchen und deren Eiern, Anguillulaarten etc. schmarotzen, auch einige Parasiten höherer Pflanzen.

Olpidium Lemnae (Fisch.) Schröt. bildet einzelne kuglige Schwärmsporangien in den Oberhautzellen der Wasserlinsen (Lemna), die durch einen cylindrischen Schlauch ihre Sporen ins Freie entleeren. Die Schwärmsporen dringen wieder ins Innere neuer Epidermiszellen ein und bilden unbewegte Plasmodien. Auch die dickwandigen Dauerzellen bilden wieder Schwärmsporen. Diese Art verändert das Gewebe der Nährpflanze nicht wesentlich, während eine andere niedere Chytridiacee, die nach Fisch. kopulirende Schwärmer bilden soll, Reessia amoeboidea die Wasserlinse tödtet und ihres Chlorophylls beraubt, so dass sie weiss erscheint. (Bei letzterer gehen die Schwärmsporangien aus nackten, amöboid beweglichen Plasmodien hervor; die aus einem langen Hals entleerten Schwärmer bilden bei der Kopulation Dauersporen, die wieder Schwärmsporen bilden.) Auch Verwandte der Chytridiaceen unter den Algen parasitiren in Lemna (Chlorochytrium Lemnae Cohn).

Die Olpidiumkrankheit des Klees.

Olpidium Trifolii (Passerini) Schröt., in den Oberhautzellen der Blätter, Blatt- und Blüthenstiele des weissen Klees (Trifolium repens) verursacht blasenförmige Auftreibung der Blätter, Schwielenbildung und Verkrümmung an den Stielen. Die Schwärmsporangien werden einzeln oder reihenweise bis zu 20 in den Oberhautzellen gebildet, die sie mit den Nachbarzellen ausdehnen und zu schwieligen oder warzigen Wucherungen veranlassen. Sie sind kuglig oder elliptisch, durch kurzen Schlauch sich entleerend.

Die Dauersporangien sind kuglig, elliptisch oder spindelförmig, braun, glatt, dickwandig, innen farblos.

Die Olpidiumkrankheit junger Kohlpflanzen, welche in einer Zersetzung der hypocotylen Stengeltheile der jungen Kohlpflänzchen besteht und ein Umfallen und Verwelken der letzteren zur Folge hat, wird bewirkt durch Olpidium Brassicae (Wor.) (Chytridium Brassicae). In den erkrankten Geweben finden sich zu mehreren die kugligen Schwärmsporangien, welche durch einen langen Hals die darüber liegenden Zellen der Nährpflanze durchbohren und ihre Schwärmsporen ins Freie oder in andere Nachbarzellen entleeren. Die Dauersporen, welche Woronin in den Epidermiszellen der Wurzeln fand, sind blassgelb oder farblos, dickwandig, unregelmässig sternförmig. Nach Sorauer finden sich auch bei erwachsenen Kohlpflanzen in nassen Sommern in den äusseren Blättern des geschlossenen Kopfes Schwärmsporangien von Chytridiaceen; ebenso leiden die Salatköpfe manchmal beetweise an Fäulniss und entwickeln dann in dem erweichten Gewebe oft in Menge Olpidiaceensporangien. Sorauer ist jedoch geneigt, im letzteren Falle die Krankheit als eine Bakterienwirkung und die Olpidien („Chytridien") als saprophytische Bewohner der erkrankten Gewebe des Gartensalates zu betrachten.

Die Gattung Olpidiella, deren Schwärmer eine gerade Cilie am Hinterende haben, entleert die letzteren gleichfalls durch einen einfachen Ausführungskanal.

Olpidiella Uredinis v. Lagerh., mit rundlichen Sporangien (bis 26 μ) und kurzem Hals oder fehlendem Halskanal, bewohnt das Innere der Uredosporen von Uredo Airae, Puccinia Violae, P. coronata. Die Schwärmsporen sind 3—4 μ, die dickwandigen, farblosen, kugligen Dauersporen etwa 16 μ im Durchmesser.

Olpidiella endogena (Al. Braun) Lagerh. lebt im Innern von Algenzellen (Desmidiaceen), welche durch den Pilz getödtet werden. O. Diplochytrium (Tomasch.) Lagerh. wurde mit in den Kieferpollenzellen gefunden.

Bei der Gattung Plaeotrachelus (P. fulgens Zopf in Algen) haben die Schwärmer eine Cilie am Hinterende, die Sporangien sind kuglig und entleeren sich durch mehrere Ausführungskanäle. der Gattung Ectrogella (E. Bcaillariacearum Zopf) und E. Cosmariorum (Reinsch) Lagerh. sind die mit mehreren Ausführungskanälen versehenen Schwärmsporangien wurmförmig. Die Gattung

Olpidiopsis unterscheidet sich von den eigentlichen Olpidiaceen durch Schwärmsporen mit zwei Geisseln. Die den Schwärmsporangien gleichwerthigen Dauersporangien haben eine dicke, bräunliche, stachelige Membran. Olpidiopsis Saprolegniae (A. Braun) Cornu lebt in Saprolegniaceenschläuchen und treibt die Nährzelle kolbig auf (Cohn hatte früher die kleinen von dem Pilz befallenen Saprolegniapflänzchen als Peronium aciculare beschrieben).

Zopf hat die Gattungen Olpidiopsis, wie auch die folgenden Gattungen, Rozella, Woronina, Synchytrium ganz von den Chytridiaceen abgetrennt, da ihre Schwärmer, zuerst jeder Membran entbehrend, Plasmodien mit oder ohne amöboide Bewegungen darstellen, „der plasmodiale Charakter aber sonst den vegetativen Zuständen der Eumyceten fern“ wäre. Die sonstige Uebereinstimmung verbietet aber durchaus eine solche Abgliederung (und nach Pringsheim treten aus den Antheridien der Saprolegniaceen gleichfalls „Spermamöben“ aus, existiren also plasmodiale Zustände. Ob die von R. Hesse bei der Entwicklung der Hypogäen beschriebenen plasmodialen Zustände wirklich dieser Entwicklung angehören, bedarf der Bestätigung). Das Auftreten plasmodialer Zustände bei den ächten Pilzen deutet auf die nahe Verwandtschaft einerseits der niederen Phycomyceten mit den Protozoën, andererseits der Myxomyceten (Zopf's „Pilzthiere“) mit den Pilzen hin.

2. Familie: Synchytrieen.

§ 40. Die aus den Schwärmsporen hervorgehenden Plasmodien zerfallen direkt oder nach einem Dauerzustand in Theilplasmodien, deren jedes zu einem Schwärmsporangium wird, so dass ein Sporangiumsorus entsteht. Bei Rozella und Woronina, deren Schwärmer je zwei Cilien haben, entstehen die Sori durch unmittelbare Theilung des Plasmodium, bei Synchytrium, deren Schwärmer eine Cilie haben, bildet das Plasmodium erst eine Zelle, aus der die Sori entstehen.

Synchytrium.

Schmarotzer lebender Pflanzen, meist nur in den Zellen der Epidermis, die starke Ausdehnung erfahren, oft mit weiteren gallenartigen Wucherungen des umgebenden Gewebes, die als flache Wärzchen mit eingezogener Mitte erscheinen. Die in die Epidermiszelle eingedrungene Schwärmspore wächst zu einem rundlichen

Plasmodium heran, das eine **Membran abscheidet** und entweder zum Dauersporangium wird, oder sich in eine **grössere Anzahl** von Schwärmsporangien zerklüftet. Die derbwandigen Dauersporangien bilden entweder unmittelbar Schwärmsporen (mit einer Cilie), oder sie keimen in eine neue Zelle aus, die dann erst Schwärmsporen bildet. Die Gattung zerfällt in zwei Sectionen: Pycnochytrium, bei der die in die Nährzelle gelangten Schwärmsporen sofort Dauersporangien bilden, die nach einer Ruhezeit ausserhalb der Nährzelle keimen und einen Sporangiensorus bilden, und Eusynchytrium, bei der zuerst in der Pflanze Schwärmsporangiensori in mehreren Generationen gebildet werden und erst später Dauersporangien hinzukommen.

A. Eusynchytrium.

Synchytrium Taraxaci De B. et Wor. bildet auf Blättern, Schaften und Hüllkelchen von Taraxacum officinale, Crepis, Cirsium palustre etc. durch Hervorwölbung der Nährzellen flache Schwielen oder niedrige Wärzchen, die öfter zu orangerothen oder blutrothen Krusten zusammenfliessen. Sori bis 100 μ lang und 60 μ breit. Einzelsporangien durch gegenseitigen Druck eckig, Schwärmsporen 3 μ breit, mit gelbrothen Oeltropfen. Dauersporen kuglig 50—80 μ.

S. Stellariae Fckl., auf Stellaria media, bildet halbkuglige Wärzchen. Dauersporen 57—147 μ, kastanienbraun.

S. Succisae De By et Wor., auf Stengeln und Blättern von Succisa pratensis auf feuchten Wiesen. Gallenbildung in Form flachcylindrischer, bis 1 mm hoher und breiter, einzelstehender oder braune Krusten zusammensetzender Wärzchen.

Aus Amerika sind als hierher gehörig noch bekannt

S. papillatum Farl. an Blättern von Erodium cicutarium, S. Holwayi Farl., an Blättern von Monarda, S. fulgens Schröt. auf Oenothera biennis.

S. innominatum Farl. auf Blättern von Malacothrix u. S. fulgens Schröt. var. decipiens Farl. an Amphicarpaea monoica.

B. Pycnochytrium

a) mit farblosem Zellinhalt (Leucochytrium).

S. Anemones (DC) Wor. Dauersporangien meist einzeln in der Nährzelle, bis 150 μ, braun mit etwas warzigem Epispor. Zellgallen gewöhnlich flach, einzeln oder zu Schwielen zusammen-

fliessend. Auf Anemone nemorosa und ranuncoloides verbreitet, oft schon beim ersten Hervorbrechen der Blätter; später mit Aecidium punctatum, Puccinia fusca, Urocystis Anemones und Peronospora pygmaea nicht selten gesellig auf demselben Blatt. Der Inhalt der Nährzelle färbt sich roth, so dass die Galle purpurschwarz erscheint. Stellt man Anemonen, deren Stengel von den Gallen befallen sind, in ein Glas Wasser, so nimmt letzteres zur Ueberraschung des Laien, der die rothen Bläschen nicht beachtet, nach wenigen Stunden eine intensiv rothe, nach etwa einem Tag eine violette Färbung an. Der an sich farblose Pilz veranlasst nicht allein an Laubblättern und Stengeln, sondern auch an den weissen Kelchblättern des Buschwindröschens, in den Epidermiszellen die Bildung des in Wasser leicht löslichen rothen Farbstoffes. Die wässerige Lösung giebt ein Absorptionsspectrum mit zwei scharfen Absorptionsbändern bei D und vor E, das bei Anwendung von Reagentien die gleichen Veränderungen erleidet, wie der rothe Blüthenfarbstoff (Marquart's Anthokyan, Fremy's und Cloez' Kyanin, Hansen's Blumenroth), er ist hiernach mit diesem Farbstoff, wie er in den Blumenblättern von Iris, Hesperis nationalis etc. vorkommt, identisch und eine Modification des Gerbstoffes. Da die Schwärmsporen des Pilzes durch das Regenwasser verbreitet werden, wird offenbar auch im Freien regelmässig eine Menge des Farbstoffes und der Gerbsäure der bepilzten Blätter fortgeführt. Ist nun diese Gerbstoffentäusserung seitens der Anemone einfach ein pathologischer Process, oder hat die Bildung des Farbstoffes eine biologische Bedeutung? Bekanntlich werden bepilzte Blätter von Schnecken gerne aufgefressen und Stahl hat gezeigt, dass gegen solche die Gerbsäure ein Hauptschutz ist. Es würden also die Anemonen durch den Farbstoff geschützt werden können vor Schneckenfrass. Dass aber auch die farbenprächtigen Färbungen der Gallen (z. B. bei den Kegelgallen der Cecidomyia Fagi auf Buchenblättern) als Schutzmittel nicht für die Nährpflanze, sondern für die Galle mit ihrem Inhalt selbst gedeutet werden kann, darauf weist die Entdeckung von F. Delpino hin, dass die Gallen von Quercus undulata besondere extranuptiale Nektarien besitzen, durch die sie eine immerwährende Schutzgarde von Ameisen an sich fesseln und dass die Arbeiter der auf diesen Gallen verkehrenden Ameisenart, Myrmecocistus melliger, besondere Anpassungen an die von diesen Gallen zu beziehende Honignahrung zeigen.

S. Mercurialis (Lib.) Fckl., mit kurz elleptischen, dunkel

kastanienbraunen Dauersporangien, 140—170 μ lang, 90—100 μ breit, deren Epispor öfter spiralige Leisten trägt (mit farblosem Inhalt), erzeugt auf Stengeln und Blättern des Mercurialis perennis warzen- bis bläschenförmige, glasglänzende Perlgallen. Juni, Juli.

S. globosum Schröt., mit kugligen Dauersporen, einzeln (bis 170 μ) oder zu mehreren (70—80 μ) in der Nährzelle, hat ein hellbraun-gelbes Epispor. Die warzenförmigen oder krustenbildenden Pilzgallen kommen vor auf Violaceen, Potentilla reptans, Saxifrageen (die Zellen um die Nährzelle meist mit rothem Zelleninhalt), Galium Mollugo, Sonchus, Cirsium oleraceum, Achillea millefolium, Myosotis palustris, Veronica scutellata, V. Beccabunga, V. Anagallis im Gebüsch und auf feuchten Wiesen. — S. viride Schröt., hiermit nahe verwandt, auf Lathyrus niger. im Juni.

S. anomalum Schröt., mit kugligen, cylindrischen, bohnen- oder nierenförmigen Dauersporangien, einzeln 100—200 μ lang, 40—120 μ breit, oder 13—50 μ, in grosser Zahl in derselben Nährzelle, mit hell ockerfarbener, glatter Membran, bildet perlartige Gallen auf Adoxa Moschatellina, Ficaria verna, Isopyrium, Rumex Acetosa etc. April bis Juni.

S. punctatum Schröt., Dauersporangien mit lebhaft braunem, fein punktirtem Epispor, an den Blättern von Gagea pratensis. Mai, Juni.

b) Chrysochytrium, Zellinhalt durch gelbes Oel gefärbt.

S. laetum Schröt. mit glattem, kastanienbraunem Epispor der elliptischen Dauersporangien in Blättern, Schäften und Perigonblättern der Gageaarten. April bis Juni.

S. Myosotidis Kühn, mit dunkelbraunen, gatten, innen rothgelben Dauersporangien (2—3, kuglig oder elliptisch, 60—150 μ) auf Myosotis stricta, Lithospermum arvense, die Nährzelle sackförmig ausweitend zu kugligen, kolbigen Drüsen oder die Haare kuglig ausdehnend. Mai bis Juli.

S. pilificum Thomas, auf Blättern, Stengeln und Kelchen von Potentilla silvestris auf feuchten Waldwiesen und Teichrändern, bildet halbkuglige Gallen, die mit langen, farblosen, striegligen Haaren (20—40) besetzt sind, einzeln oder zusammenfliessend. Dauersporen kuglig oder elliptisch, meist einzeln in der Nährzelle, 80 bis 130 μ breit (Durchm. 2 : 3 oder 3 : 4).

S. cupulatum Thomas, auf Potentilla argentea, P. canadensis, Dryas octopetala, Dauerspore kuglig oder schwach ellipsoidisch,

50—150 μ, meist einzeln in einer Epidermiszelle, deren Basis von ihr eingenommen wird. Die Epidermisgalle ragt weit über die Oberhaut hinaus, ist anfangs kuglig oder länglich, sackartig, und fällt später napf- oder becherförmig zusammen. In der Schweiz, Tirol, Schlesien, Nordamerika gefunden.

S. Vaccinii Thomas, ist bisher nur aus Nordamerika bekannt, wo es auf den Ericaceen Calmia angustifolia, Rhododendron viscosum, Vaccinium canadense, V. macrocarpum, Gaultheria procumbeus, Gaylussacia resinosa gefunden worden ist.

S. aureum Schröt., mit kugligem, meist einzeln in der Zelle gelegenem Dauersporangium von 120—260 (meist 160—180) μ Durchmesser, lebhaft kastanienbrauner, glatter Membran und lebhaft goldgelbem Inhalt, bildet grosse, halbkuglige oder kurz cylindrische, perlenförmige Wärzchen mit eingezogener Mitte; manchmal ist die Galle auf die Nährzelle beschränkt. An den Blättern und Stengeln zahlreicher Pflanzen, am häufigsten auf Lysimachia Nummularia, Ajuga reptans. Schröter nennt als Nährpflanzen: Ranunculus acer, R. repens, Thalictrum angustifolium, Cardamine pratensis, C. amara, Viola hirta, V. canina, V. silvestris, V. tricolor, Polygala vulgaris, Lychnis floscuculi, Möhringia trinervia, Malachium aquaticum, Cerastium triviale, Hypericum perforatum, Oxalis stricta, Frangula Alnus, Genista tinctoria, Trifolium pratense, T. minus, Lotus corniculatus, Ulmaria pentapetala, U. Filipendula, Geum urbanum, Sanguisorba officinalis, Agrimonia odorata, Rubus caesius, Epilobium montanum, E. palustre, Oenanthe Phellandrium, Silaus pratensis, Aegopodium Podagraria, Angelica silvestris, Carum Carvi, Heracleum Sphondylium, Cnidium venosum, Daucus Carota, Hydrocotyle vulgaris, Cornus sanguinea, Bellis perennis, Erigeron canadensis, Bidens tripartitus, Chrysanthemum Leucanthemum, Senecio vulgaris, Lappa officinalis, Leontodon hispidus, Hieracium Pilosella, Campanula patula, C. rotundifolia, Fraxinus excelsior, Myosotis hispida, Solanum Dulcamara, Linaria vulgaris, Scrofularia nodosa, Euphrasia officinalis, Pedicularis silvatica, Thymus chamaedrys, Mentha aquatica, Calamintha Clinopodium, Glechoma hederaceum, Galeopsis Tetrahit, Betonica officinalis, Scutellaria galericulata, Brunella vulgaris, Ajuga reptans, Lysimachia thyrsiflora, L. vulgaris, L. Nummularia, Primula officinalis, Plantago major, Pl. lanceolata, Chenopodium album, Ch. polyspermum, Atriplex hastata, Polygonum lapathifolium, P. dumetorum, Urtica urens, Humulus lupulus, Ulmus campestris, Betula alba, Populus alba.

Um Greiz fand ich neben Lysimachia, Ajuga etc. auch Sanicula europaea als Wirthspflanze des Pilzes.

S. alpinum Thomas, kommt auf Viola biflora in den Alpen und

S. Asari Arth. et. Holw. auf Asarum in Nordamerika vor.

Die Gattungen Rozella und Woronina (R. septigena Cornu, W. polycystis Cornu) sind Bewohner der Saprolegniaceen, wie die Olpidiaceengattung Olpidiopsis, mit der sie auch die Zweizahl der Schwärmsporen-Cilien gemein haben. Während Woronina kuglige, lose vereinigt in der Nährzelle liegende Schwärmsporangien bildet (aber fest zu einem Sorus vereinigte Dauersporangien), füllen bei Rozella die Plasmodien und dementsprechend auch die Schwärmsporangien die Nährzelle dicht aus und folgen ihren Umrissen.

3. Familie: Rhizidiaceen.

§ 41. Die Familie unterscheidet sich von den Olpidiaceen durch das Vorhandensein von Rhizoiden oder Mycelsträngen. Sie bildet die Sporangien (Schwärmsporangien und Dauersporangien) auf oder in den Zellen von Algen oder zwischen anderen Nährsubstanzen. Bei den in den tiefer liegenden Geweben des Nährkörpers wachsenden Cladochytrien sind stärker entwickelte Mycelzweige vorhanden. Die Arten von Phlyctidium haben dagegen nur ganz schwache Rhizoiden am Grund der Sporangien und dringen meist durch einen einfachen, kurzen Faden in die Nährsubstanz ein, der sie aufsitzen. Die übrigen Gattungen haben stärker entwickelte Rhizoiden in Form büschliger Fäden oder eines einfachen, kurzen Schlauches.

Die Schwärmsporangien öffnen sich bei Chytridium (wie auch bei Cladochytrium) durch einen Deckel, bei Rhizophidium, Obelidium und Rhizidium durch lochartige Oeffnungen. Bei Rhizophidium sitzen die einzelligen Schwärmsporangien direkt den meist verzweigten Rhizoiden auf, bei Obelidium sitzen sie auf einem dickwandigen Träger, der von den strahligen, dichotom verzweigten Rhizoiden (aber nicht von den Sporangien) durch eine Scheidewand abgegliedert ist. Bei Rhizidium werden die Schwärmsporangien von einer unfruchtbaren Zelle getragen, von der am Grunde dünne Rhizoiden auslaufen.

Phlyctidium pollinis pini (A. Br.) Schröt., mit zahlreichen anderen Chytridiaceen auf Pinus-Pollenkörnern, die ins Wasser gefallen sind. Ph. Haynaldii auf Ulothrix zonata. Ph. Hydrodictyi

tödtet das Wassernetz, Hydrodictyon utriculatum, auf dessen Zellen es schmarotzt. Ph. mammilatum (A. Br.) Schröt., auf Coleochaete, Draparnaldia etc., Ph. volvocinum (A. Br.) Schröt., auf Volvox globator, Ph. minimum Schröt., auf den Zellen von Mesocarpus. Ph. haematococci (A. Br.), auf Zellen des rothen Schnees.

Rhizophidium globosum (A. Br.) Schröt., bewohnt Desmidiaceen, Euglenen etc. Bacillariaceen, Rh. roseum De By. et Wor. feuchte Erde der Blumentöpfe und feuchtes Löschpapier, Rh. Mastigothrichis Nowakows. die Alge Mastigonema aerugineum, Rh. Dicksonii auf Ectocarpus. Eine Anzahl anderer Arten hat Zopf durch die Pollenstreumethode aus dem Wasser isolirt.

Obelidium murcronatum Now. auf Insekten, im Wasser etc.

Chytridium Elodeae Dangeard bewohnt die Elodea canadensis.

Ch. simplex Dang., auf Chryptomonas, Ch. Braunii Dang. auf Apiocystis Brauniana, Ch. zoophthorum Dang. auf Rotiferen, Ch. Brebissonii Dang. (mit Zackenkranz auf dem Sporangium) auf Coleochaete. Ch. echinatum Dang. auf Glenodinium cinctum, Ch. helioformis Dang. in Characeen und Vaucheria).

Rhizidium Zygnematis (Rosen) Dang., Rh. dentatum (Rosen) Dang., Rh. quadricorne (De By.) Dang. besitzen auf dem Sporangiumscheitel zweispaltige Zähne. Rh. mycophilum A. Br. im Schleim von Chaetophora elegans, Rh. intestinum Schenk, Rh. Schenkii Dang., Rh. xylophilum (Cornu) Dang., Rh. Euglenae Dang., Rh. Lagenaria (Schr.) Dang. Zu den nur mit Rhizoiden (nicht mit Mycel) versehenen Rhizidiaceen gehören noch zwei merkwürdige Gattungen Harpochytrium und Achlyella.

Harpochytrium Hyalothecae Lagerh. sendet aus den Zellen von Hyalotheca dissiliens einen sehr feinen Stiel, auf dem ein sichelförmig gekrümmtes Schwärmsporangium aufsitzt. Letzteres stirbt bei der Entleerung am Scheitel nicht ab, sondern wird von einer neuen Sporangiumanlage durchwachsen, in ähnlicher Weise wie die Sporangien von Pythium (Peronosporeen), Saprolegnia (Saprolegniaceen), Ascoidea (Hemiasceen).

Achlyella Flahaultii Lagerh. zeigt gleichfalls Anklänge an die Saprolegniaceen. Wie bei den Ancylisteen (Achlyogeton) und den Saprolegniaceengattungen Achlya und Aphanomyces treten die noch membran- und cilienlosen Plasmamassen aus dem Sporangium und bleiben vor dessen Oeffnung liegen. Sie umgeben sich dann erst mit einer Membran, aus welcher weiter durch eine

runde Oeffnung die Schwärmsporen herausschlüpfen. Der Pilz, der die nahe Verwandtschaft der Chytridiaceen mit den Ancylisteen und Saprolegniaceen beweist, wurde durch Aussaat von Thyphapollen nach der von Tomaschek und Zopf angegebenen Methode gezogen.

Cladochytrium.

Die Cladochytrien verursachen als intracelluläre Parasiten des Laubes der Sumpf- und Wasserpflanzen gelbe, dann braune Flecken und Pusteln, leben aber auch saprophytisch in den todten Geweben. In biologischer Hinsicht verhalten sie sich zu den auf Landpflanzen wachsenden Synchytrien etwa wie unter den Brandpilzen Doassansia (an Wasserpflanzen) zu Entyloma an Landpflanzen. Alle vier Gattungen haben das gemein, dass sie im Innern des Blattgewebes etc. der Nährpflanzen meist dunkelhäutige Dauersporen bilden. Früher vereinigte man solche dunkelhäutige, in den Blattgeweben gefundene Sporen unbekannter Herkunft unter dem alten Genus Physoderma. Sie gehören nach unseren jetzigen Kenntnissen zum Theil zu Doassansia, zum Theil zu Cladochytrium und Urophlyctis. Die Cladochytrien haben ein in der Nährsubstanz verbreitetes Mycel, aus dünnen, sehr zarten Fäden bestehend; an der Eintrittsstelle in eine Zelle bilden sie zuerst Anschwellungen, die Sammelzellen, von denen aus Schwärmsporangien oder Dauersporangien gebildet werden.

Cladochytrium Butomi Büsg. wurde in den Jahren 1884 bis 1886 zunächst im botanischen Garten zu Strassburg an den in etwa fusstiefem Wasser wachsenden Stöcken von Butomus umbellatus in grosser Ueppigkeit aufgefunden. Fast alle Laubblätter, sowie häufig die Involucralblätter waren mit blassgelben, später braunen, zuletzt schwarzen, etwa 1,5 mm langen, ovalen Flecken bedeckt (die Blüthen tragenden Stengel werden durch eine Wachsschicht geschützt). Die Zellen der Epidermis (mit Ausnahme der Schliessöffnungszellen) wie auch die des darunter gelegenen Parenchyms beherbergen in den Flecken die Dauersporangien bis zu 5 in einer Zelle. Der Zellinhalt zeigt sich gewöhnlich in eine ziemlich homogene braune Masse verwandelt, innerhalb der neben den Pilzsporangien sich noch ein verschrumpfter, körniger Zellkern erkennen lässt. In anderen Fällen stellt der Zellinhalt getrennte Klumpen brauner Substanz dar; selten ist er wenig gefärbt und umhüllt die Sporen als lockere, dünne Haut. Oft ist auch der Inhalt nicht

direkt ergriffener Zellen gebräunt. Die von dem braunen Zellinhalt zuerst dicht eingeschlossenen Dauersporen stellen rundlich-ovale Körper dar, deren eine breite Seite eine seichte Einsenkung zeigt, die sich nach ihrer Mitte hin wieder zu einer stumpfen Vorwölbung erhebt. Sie sind meist 20 μ breit, 33 μ lang, haben eine derbe, braune Membran. In ihrer Nähe finden sich nur selten noch Mycelreste. Bei der Untersuchung Büsgen's keimten diese Dauersporen, die im Oktober gesammelt und von da an bei 10° C. unter Wasser aufbewahrt wurden, meist erst im nächsten Frühjahr, also nach einer Ruhezeit. Die im April aus dem Keller geholten Portionen der nass gehaltenen Butomusblätter keimten in frischem Wasser fast gleichzeitig. Die derbe Membran öffnet sich nach etwa 48 Stunden mit einem runden Deckel, zugleich wird der braune Plasmarest der Nährzelle und die Membran letzterer selbst zersprengt, die Intine quillt flaschenförmig mit ihrem Inhalt hervor, erhält am Scheitel dunkle Querstreifen und stösst bald die im Innern gebildeten Schwärmsporen heraus, welche etwa 7 μ lang und mit einer den Körper um das Dreifache übertreffenden Cilie versehen sind. Auf Butomusblätter gebracht, umgiebt sich der Schwärmer zunächst mit einer Haut, keimt durch ein Loch der Zellwand und schwillt dort zu einem meist in zwei, seltener drei Zellen (die „Sammelzellen") zerfallenden Körper an, von denen dann Hyphen ausgehen, die in die Nachbarzelle eindringen, um hier zunächst wieder Anschwellungen zu bilden. Auf dem Scheitel der inhaltsärmeren Zelle derselben tritt oft ein kurzer Schopf aussprossender Hyphen auf. Von den Sammelzellen treibt meist die kleinere unpaare einen kurzen Faden, der am Ende zum Dauersporangium wird, häufig werden aber zuvor Schwärmsporangien gebildet, deren Schwärmer sich bereits kürzere oder längere Zeit vor dem Austreten bewegen. Die Dauerzellen haben Haustorien, wie bei der folgenden Art.

Cl. Flammulae Büsg., an den langgestielten Wasserblättern von Ranunculus Flammula schwarze Pusteln oder Flecke bildend, in deren Bezirk Epidermis und Parenchym von den Dauersporen erfüllt sind. Dauersporen 32 μ lang, 21 μ breit. Auch Sammelzellen und Mycel sind grösser.

Cl. Menyanthis De By. (Physoderma), erzeugt auf den Blättern von Menyanthes anfangs blassgelbe, später braune bis schwarze Flecke. Dauersporen in Epidermis und Parenchym etwa wie bei Cl. Butomi, 32 μ lang, 25 μ breit. Sammelzellen oft

2—3gliedrig, meist aber einfach spitzenförmig mit „Schopf" an dem der Eintrittsstelle der Hyphe entgegengesetzten Ende.

Cl. Iridis De By. (Dauersporen 27 μ lang, 17 μ breit), auf den Blättern der Wasserschwertlilien.

Cl. Sparganii ramosi Büsg., auf Sparganum ramosum, Dauersporangien 25 μ lang, 20 μ breit, in einzelnen Zellen bis 16 Stück. Epidermiszellen frei davon. Sammelzellen beobachtet.

Cl. graminis Büsg., von De Bary in den Rindenzellen einer Graswurzel, später von v. Lagerheim auf Dactylis glomerata etc. gefunden und als gefährlicher Grasfeind beschrieben. Die von ihm befallenen Gräser gelangen nicht zur Blüthe, sondern bleiben ziemlich klein, sie trocknen und sterben ab.

Die befallenen Graspflanzen sind leicht durch ihr etiolirtes, bleichgrünes Aussehen kenntlich. Der Pilz bildet an den Blättern zarte parallele, hellbraune, nicht erhabene Längsstreifen, die mit den Dauersporangien gefüllt sind. Letztere sind 27—45 μ lang, 18—33 μ breit, etwas abgeplattet, mit glatter brauner Membran versehen und im Innern mit Oeltröpfchen gefüllt. Ephemere Schwärmsporangien wurden nicht beobachtet.

Cl. Heleocharidis (Fckl.) Büsg. (Physoderma Heleocharidis Fckl.), in den Stengeln von Scirpus paluster. Dauersporangien zu 1—2, in den grösseren Parenchymzellen zu mehreren, kuglig oder elliptisch, 18—28 μ lang, 13—20 μ breit. Membran dick, kastanienbraun. Inhalt hellgeblich. Der Pilz bildet 2—6 mm lange, länglichrunde oder rautenförmige, schwarzbräunliche Flecke oder einzelne flache Schwielen.

Cl. maculare (Wallr. 1833) Ludw. Der von Wallroth als Physoderma beschriebene Pilz wurde von Büsgen Cl. Alismatis genannt, muss aber aus Prioritätsgründen den Wallroth'schen Namen behalten. Dauersporangien zu 3—8 in der Nährzelle, meist 26—35 μ lang, 17—30 μ breit. Inhalt farblos. Der Pilz bildet an Stengeln und Blättern von Alisma Plantago flache, länglichrunde, 1—2 mm breite braune Schwielen, die in grosser Menge beisammen stehen.

(Vgl. auf Alisma auch die Brandpilzgattung Doassansia.)

Schröter unterscheidet noch Physoderma Gerhardti Schröt., das auf Phalaris und Glyceria, in Blättern oder Blattscheiden 5—15 mm lange, flache, länglichrunde, schwarzbraune Flecke bildet, Ph. vagans Schröt., welches auf Ranunculus Flammula, acer, repens, Potentilla anserina, Cnidium venosum und Silaus pra-

tensis verschiedenartige Auftreibungen, Verkrümmungen und Verkümmerungen bildet (Dauersporangien mehrere, 20—35 μ lang, 15—30 μ breit), Ph. Menthae Schröt., das dicke, schwarzbraune Schwielen auf Mentha aquatica bildet, deren Zugehörigkeit zweifelhaft bleibt, so lange Bildung der Dauersporen und Keimung noch nicht bekannt ist.

Von den von Nowakowski aufgestellten Arten

Cladochytrium tenue Now. im Gewebe von Acorus Calamus und Iris Pseudacorus (in Kulturen auf Glyceria spectabilis übergehend) und von Cl. elegans Now. sind nur Schwärmsporangien, keine Dauersporangien bekannt, doch ist ihre Zugehörigkeit zu Cladochytrium sehr wahrscheinlich. Auch von Cladochytrium (?) polystomum Zopf in der Oberhaut einer Triaena sind nur Schwärmsporangien bekannt.

[In ähnlichen Nährpflanzen wie denen von Cladochytrien und Synchytrium finden sich auch parasitische Algen (Protococcaceen), so Phyllobium dimorphum Klebs in knotigen Erhöhungen der Blattrippen von Lysimachia vulgaris, Ajuga reptans, Erythraea Centaurum, Chlora etc., Ph. incertum Klebs in den Blättern der Gramineen und Cyperaceen, Endosphaera biennis Klebs in den Blättern von Potamogeton lucens, Chlorochytrium Lemnae, Chl. Knyanum etc.]

4. Familie: Zygochytriaceen.

§ 42. Dauersporangium durch Kopulation zweier gleichartigen Sporangienanlagen gebildet. Der Inhalt der einen entleert sich in die andere. Daneben bei manchen Arten Schwärmsporangien.

Diplophysa (Olpidiopsis) Saprolegniae Cornu, ohne Mycel und Rhizoiden. Dauersporen frei in der Zelle; es haftet ihr eine inhaltslose Zelle an.

D. elliptica Schröt., in Mesoçarpus.

Polyphagus Euglenae (Bail.) Schröt. Dieser Organismus lebt zwischen dem Augenthierchen, Euglena viridis, deren Individuen er tödtet und des Chlorophylls und der Stärke beraubt. Bei der Keimung der Schwärmspore, die nach Einziehung ihrer Cilie sich mit einer Zellhaut umgiebt, treten aus ihr mehrere Keimschläuche aus, die mit ihrer Spitze in die Zellen der Euglenen hineinwachsen. Indem sie die letzteren aussaugen, werden die Keimschläuche stärker und verzweigen sich zu einem Mycel, dessen Aeste wieder in Euglenen eindringen können. In der Gegend der ursprünglichen Schwärmspore schwillt der Keimschlauch stark

blasig auf, rundet sich dann ab, wird zum „Prosporangium“, um schliesslich einen länglichen Schlauch abzugliedern, der zum Schwärmsporangium wird. In ihn ergiesst sich der ganze gelbliche, fettreiche Inhalt, der dann in schwach amöboide Schwärmer zerfällt, die an der Spitze des Sporangiums austreten. Daneben kommt zwischen meist kümmerlichen verzweigten Individuen eine Kopulation dadurch zu Stande, dass ein Mycelschlauch des einen Polyphagusexemplars nach dem blasig aufgeschwollenen Theil des anderen hinwächst, hier gleichfalls sich verdickt und nach Resorption der trennenden Membran seinen Inhalt mit dem der Blase (in letzterer) vereinigt zur Dauerspore, die gegen die beiden Individuen durch Scheidewände abgegliedert wird. Bei der Keimung verhält sich die Dauerspore wie das ungeschlechtliche Prosporangium, sie erzeugt ein schlauchförmiges Schwärmsporangium, in das sie ihr an Fetttropfen reiches Plasma ergiesst.

Urophlyctis.

Die Gattung ist in biologischer Hinsicht der Gattung Synchytrium ähnlich, wie diese parasitisch auf höheren Pflanzen lebend, aber die Schwärmsporangien sitzen nur den Pflanzenzellen auf und senden Rhizoidenbüschel in diese hinein. Das Mycel durchzieht das Pflanzengewebe und bildet im Innern der Zellen Dauersporangien durch Kopulation zweier Zellen, deren eine ihren Inhalt in die andere entleert (nach Schröter).

Urophlyctis pulposa (Wallr.) Schröt., auf Blättern und Stengeln etc. von Chenopodiumarten und Atriplex. Schwärmsporangien sehr gross, kuglig, in grosse warzenförmige Zellwucherungen, die oft zu längeren Leisten und Knoten zusammenfliessen, eingeschlossen, in den darunter liegenden Zellen durch Rhizoiden festgeheftet, mit farbloser Membran und hell gelbrothem Inhalt. Schwärmsporen kuglig, 4 μ, mit einer einzigen langen Cilie. Dauersporangien in glasigen, 1—2 μ langen halbkugligen oder flachen Schwielen, braun durchschimmernd, meist zahlreich in einer Parenchymzelle, deren Wandung bei der Entleerung gitterförmig durchlöchert wird, 35—38 μ, mit glatter, kastanienbrauner Membran. Juli bis Oktober. Der Pilz findet sich besonders an Inundationsstellen, färbt Stengel uud Blätter röthlich und goldgelb, bringt sie zum Aufschwellen und verursacht ein krauses Zusammenkrüppeln.

U. majus Schröter bildet keine Schwärmsporangien, sondern nur Dauersporangien, meist in rundlichen, etwa 1 mm breiten

flachen, rothbraunen, zerstreuten Pusteln, seltener (an Stengeln) in langgezogenen, höckerigen Schwielen. Sporangien fast kuglig, gelbbraun, glatt. Auf Rumex Acetosa, R. arifolius, R. maritimus, am häufigsten an den Wurzelblättern auf feuchten Wiesen. Juli bis Oktober.

Urophlyctis Kriegeriana Magnus auf Carum Carvi, dessen Blätter blass, gelblich verfärbt und mit den Pusteln des Pilzes dicht besetzt erscheinen, hat ähnlich wie U. majus nur Schwärmsporangien. In der Sächsischen Schweiz, Böhmen, Thüringen. Allem Anschein nach aber weiter verbreitet.

II. Ordnung: Oomycetes.

§ 43. Mit ungetheiltem Mycel, ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Schwärmsporangien oder an den Enden der Mycelien abgegliederte Conidien (seltener noch intercellularen Chlamydosporen). Geschlechtliche Fortpflanzung durch Oogonien, weibliche Zellen, welche durch männliche Zellen oder Oogonien befruchtet werden.

1. Familie: Ancylistaceen.

Parasitisch in den Zellen von Wasserpflanzen (Algen) oder in Wasserthieren (Nematoden). Das wenig entwickelte schlauchförmige Mycel zerfällt bei der Fortpflanzung in seiner Gesammtheit durch Querwände in Schwärmsporangien oder Antheridien und Oogonien. Der ganze Antheridiuminhalt tritt durch einen Befruchtungsschlauch in das Oogonium, dessen ganzer Inhalt zu einem Ei wird. Die Schwärmsporangien entleeren ihr Plasma durch einen Ausführungsschlauch aus dem Innern des Wirthes in Form einer Blase, in der sich dann erst die Schwärmer bilden. Es gehören hierher die Gattungen Ancylistes, Catenaria, Lagenidium, Myzocytium, Achlyogeton.

Unter den Nematoden des Wassers rufen oft sehr verbreitete Epidemieen hervor Myzocytium proliferum var. vermicolum Zopf., Catenaria anguillulae Sorok., Achlyogeton entophytum Schenk, A. (?) rostratum Sorok. (wie auch die Chytridiacee Chytridium endogenum). Die meisten Arten leben in Algen, wie Lagenidium Rabenhorstii Zopf. in Spirogyra etc., L. entophytum Pringsh., L. pygmaeum Zopf., Myzocytium proliferum. Sie können, wie eine Reihe von Chytridiaceen, durch Pollenkörner, Bärlappsporen etc. eingefangen werden, welche man auf das den Gewässern entnommene Wasser aufstreut, indem sie sich dann parasitisch in diesen Zellen höherer Pflanzen üppig entwickeln.

Bei Myzocytium ist das Mycel kurz, unverzweigt, bei Lagenidium verzweigt.

2. Die Familie der Mehlthauschimmel, Peronosporaceen.

§ 44. Die Mehlthauschimmel verdienen besonderes Interesse, einmal ihrer regelmässig verzweigten, mannigfach gestalteten Frucht-

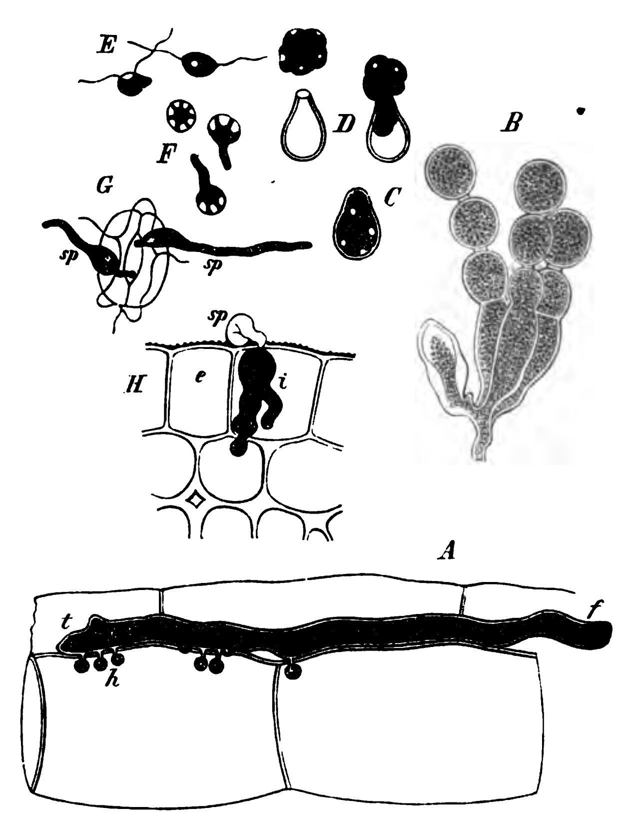


Fig. 4.
Ungeschlechtliche Fortpflanzung des Cystopus candidus (H. Phytophthora infestans) nach De Bary. (400). *A* Mycelzweig an der Spitze *t* fortwachsend, mit Haustorien *h* zwischen den Markzellen von Lepidium sativum; *B* Conidien tragender Zweig des Myceliums; (*C*, *D*, *E* Schwärmsporenbildung aus den Conidien (Sporangien); *F* und *G* keimende Schwärmer bei *G* in eine Spaltöffnung keimend); *H* keimender Schwärmer des Kartoffelpilzes, durch die Oberhaut eines Kartoffelstengels sich bohrend.

träger wegen, die zu den zierlichsten mikroskopischen Gebilden gehören, dann wegen der gewaltigen Schädigungen, die durch sie die übrige Pflanzenwelt erleidet (Kartoffelkrankheit, Keimlingskrankheiten etc.). Wenige Formen leben im Wasser an faulenden

thierischen oder pflanzlichen Stoffen, oder parasitisch in niederen Thieren, die meisten Arten sind Pflanzenschmarotzer, die aber zum Theil noch die Fähigkeit saprophytischer Entwicklung haben. Bei der geringen Zahl der Arten wird es nicht schwer, die einzelne Art zu bestimmen, daher eignet sich diese Familie mehr als eine andere (Rostpilze, Brandpilze) zum Studium für den Anfänger. Zwar

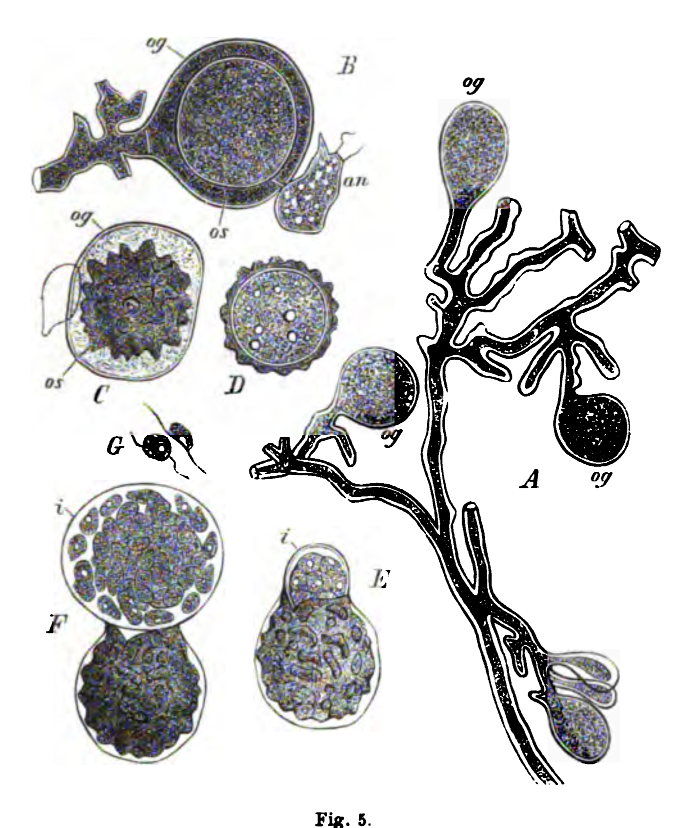


Fig. 5.
Cystopus candidus nach De Bary. (400.) Geschlechtliche Fortpflanzung.
A Mycelium mit jungen Oogonien; *B* Oogonium *og* mit Oosphäre *os* und Antheridium *an*; *C* reifes Oogon; *D* reife Oospore; *E*, *F*, *G* Schwärmsporenbildung aus Oosporen. Das Endospor *i* schlüpft vor derselben aus dem Exospor aus.

springen diese Pilze weniger in die Augen als die Rostpilze, oft bilden sie einen kaum bemerklichen, weisslichen Anflug auf der unteren Blattseite, immerhin fällt es aber leicht, wenn man aus dem nachfolgenden Abschnitt sich die Nährpflanzen aufsucht und diese in der Natur einmal absucht, für das erste Studium eine ganze Anzahl von Arten zusammenzubringen. Häufig sind die ganzen

Blätter oder Theile derselben, die auf der Unterseite die Sporangienträger bezügl. Conidienträger tragen, oben blassgrün oder gelblich verfärbt, oder gebräunt, oder die Conidienträger brechen im feuchten Raum, z. B. der Botanisirtrommel, bald hervor, in vielen Fällen erhält die ganze Pflanze eine andere Gestaltung (gedrungenen Wuchs etc.).

Die Mehlthauschimmel („falscher Mehlthau“) haben ein reiches, verzweigtes, anfangs querscheidewandloses Mycel, das in dem Pflanzengewebe (Intercellularräumen) wuchert; oft Seitenzweige (Haustorien), die bei Peronospora verzweigt, sonst einfach sind, in die Zellen hineinsendend (die ächten Mehlthauarten, die Erysipheen, parasitiren an der Oberfläche der Pflanzenorgane etc.). Aus dem Mycel entwickeln sich meist auf der unteren Blattseite oder an Stengeln, seltener in Blüthen, weissliche Räschen von Fruchtträgern mit farblosen oder blassgefärbten Sporangien oder Conidien. Nur in einzelnen Fällen (bei Peronospora violacea in der Blüthe von Knautia — vgl. auch den in gleicher Weise die Blüthe verunstaltenden Brandpilz bei Ustilago —) sind die Conidien dunkel, graublau oder braunblau gefärbt. Die verschieden gestalteten Fruchtträger tragen an den Enden Sporangien oder Conidien, rundliche oder elliptische, dünnwandige Zellen, die entweder im Innern Schwärmer mit je zwei Cilien erzeugen, oder, sich wie eine Spore verhaltend, einen Keimschlauch bilden. Diese Conidien (Schliessporangien) oder Schwärmsporangien sind bei Cystopus kettenartig angeordnet und werden unter der Epidermis der Nährpflanze gebildet, nach deren Zerreissung sie erst frei werden. Cystopus bildet die bekannten weissen, anfangs von der glänzenden Epidermis bedeckten Polster bei dem Täschelkraut, dem Bocksbart etc. Bei den anderen Gattungen treten die Sporangienträger durch die Spaltöffnungen und tragen einzelne Conidien an den Enden. Ein und dieselbe Zelle kann Schwärmer bilden oder einen Keimschlauch aussenden, so dass ein scharfer Unterschied zwischen Conidie und Schwärmsporangium nicht zu machen ist. Bei Plasmopara wird der Inhalt erst entleert, bevor er in Schwärmer zerfällt. Ausser diesen ungeschlechtlichen Fortpflanzungsformen werden noch, meist an den Enden der Seitenzweige, seltener intercalar Antheridien und Oogonien gebildet. Die ersteren stellen kleinere Zweige dar, die sich dicht an die Oogonien anschmiegen und einen Befruchtungsschlauch in das Oogonium hineinsenden, dessen Plasma sich vor der Befruchtung in eine innere Eizelle und einen peripherischen Theil gesondert hat. Durch die Befruchtung, bei welcher das dichtere

Plasma des Keimschlauches bei Pythium ganz, bei Phytophthora zum Theil in das Ei einwandert (bei Peronospora und Cystopus ist dies nicht beobachtet worden), wird die Eizelle zur Eispore, Oospore oder Dauerspore. Die Dauersporen sind meist bedeutend grösser als die Sporangien, mit fester, mehrschichtiger, meist gebräunter Membran, welche glatt ist oder (z. B. bei Peronospora calotheca) Warzen oder erhabene, netzförmige Leisten bildet, wie sie häufiger bei den Chlamydosporen der Brandpilze zu finden sind. — Das Mycel hat bald ein begrenztes, lokales Wachsthum, bald durchwuchert es die ganze Pflanze und perennirt. In letzterem Fall kann die Anlage sexueller Organe ganz unterbleiben, wie dies z. B. bei Phytophthora infestans, dem gefürchteten Feind unserer Kartoffel, der Fall ist.

Pythium.

Das sehr zarte Mycel wächst saprophytisch oder parasitisch, entwickelt sich auch im Wasser weiter und entwickelt hier die Fortpflanzungsorgane. Die Oogonien (bei P. Anguillulae aceti 6 μ, bei anderen Arten bis 25 μ Durchmesser) ,werden intercalar oder an den Seitenzweigen gebildet. Das Antheridium sendet einen Befruchtungsschlauch in das Oogon, der sich dem Ei mit seinem Ende aufpresst. Sowohl im Ei wie im Oogon sondert sich eine gleichmässige, wandständige Schicht (Periplasma) von einer grösseren centralen Plasmamasse. Das Plasma des Befruchtungsschlauches (Gonoplasma) tritt in das aus der letzteren gebildete Ei ein, dessen Oberfläche sich dann mit einer Membran umgiebt und zur Spore wird. Schwärmsporangien werden an den Zweigenden gebildet (kuglig, elliptisch, keulenförmig). Sie entleeren durch einen Schnabel ihr Protoplasma, das sich abrundet und nun erst die mit zwei Cilien versehenen elliptischen oder bohnenförmigen Schwärmsporen bildet.

Pythium De Baryanum Hesse ist ein in der Gartenerde allgemein verbreiteter Pilz, der sich auf todten Pflanzentheilen etc. verbreitet, von hier aus aber zu einem der gefährlichsten Parasiten wird. Die den Kinderkrankheiten der Menschen in ihren Alles vernichtenden Wirkungen vergleichbaren Keimlingskrankheiten der verschiedensten Pflanzen werden durch diesen Pilz verursacht. Mais, Hirse, Weissklee, Ackerspergel, Senf, Kresse, Klee, Gurken, Balsaminen (Impatiens Sultani etc.), Schachtelhalme, Farnprothallien etc. richtet er zu Grunde. Die befallenen Keimpflanzen krümmen sich, neigen sich abwärts, zeigen etwas hellere Färbung und verfaulen. Die Vermehrung durch die

Schwärmsporen geht so rapid vor sich, dass z. B. von Klee- und Spergelsaaten oft nicht eine einzige Pflanze übrig bleibt, Alles binnen weniger Tage vollständig zu Grunde gerichtet wird. Der Pilz befällt auch die Kartoffelknollen, auf denen er eine ähnliche Zersetzung hervorruft, wie der vielfach mit ihm verwechselte Urheber der Kartoffelkrankheit, Phytophthora infestans. Beide Krankheiten sind aber leicht zu unterscheiden, da Pythium De Baryanum direkt von der Knolle ausgeht und das Laub verschont, während bei der Phytophthora die Infection von dem Laube ausgeht, und erst nach dessen Verfärbung die Wurzel erreicht. — (Von ähnlich verderblichen omnivoren Pilzen vgl. Phytophthora omnivora und Sclerotinia.) Die Zoosporangien von P. De Baryanum sind kuglig oder breit elliptisch, und werden vom Trägerfaden nicht durchwachsen werden. Bei mangelnder Ernährung werden auch Conidien von Form der jungen Sporangien gebildet.

P. megalacanthum De By. mit runden elliptischen oder birnförmigen Schwärmsporangien, die gleich den länglichen bis citronenförmigen von P. proliferum De By. nach der Entleerung von dem Trägerfaden, der dann neue Sporangien bildet, durchwachsen werden (vgl. bei höheren Pilzen Ascoidea etc.), und mit 36—40 μ im Durchmesser haltenden Oogonien, die zahlreiche 6—9 μ lange stachelige Ausläufer tragen. Der Pilz findet sich (zuweilen mit P. De Baryanum) an Kressepflänzchen, aber an todten, faulenden. Er vermag in das lebende Gewebe der Kresse ebenso wenig einzudringen, wie P. intermedium De By., währen beide Arten an Farnprothallien parasitisch fortkommen. — P. vexans De By., P. ferax De By. und P. proliferum De By. sind reine Saprophyten, die an todten, im Wasser liegenden Insekten, Milben, todten Pflanzentheilen wachsen.

P. Arthrotrogus De By. (mit kleineren Oogonien und schmaleren Stacheln besetzt) zeigt ein eigenthümliches, hiervon abweichendes Verhalten. Werden die Oosporen dieses Pilzes für sich allein auf Kressestückchen gebracht, so dringen die Keimschläuche nie ein, kommt dagegen P. De Baryanum zugleich zur Aussaat, so kommen stets, gleichviel ob auf todtem oder lebendigem Nährboden, Oogonien zur Entwicklung. Der Pilz findet sich nur in Gesellschaft anderer Pythiumarten oder der Phytophthora infestans an Stengeln und Knollen der Kartoffel (seine Oogonien wurden von Smith für die der Ph. infestans gehalten, bei der eine Oogonienbildung bisher nicht beobachtet wurde). Er braucht wahrscheinlich gewisse, erst bei der Vegetation anderer Pilze auf-

tretende Nährstoffe, oder er tritt als Parasit jener Arten auf. Das Gleiche gilt von Pythium vexans De By.

P. gracile Schenk tritt dagegen als Parasit in den Zellen verschiedener Algen (Spirogyra, Cladophora, Nitella) auf, die er tödtet.

Eine von einer Pythiumart hervorgerufene Krankheit des Zuckerrohres auf Java hat W. Krüger beobachtet.

P. anguillulae aceti Sad. wurde von Sadebeck in dem Essigbildner einer Homburger Fabrik als Parasit des Essigälchens, Rhabditis oxaphila, gefunden, das er tödtet, und K. Brandt fand in den „Nahrungslacunen" eines Sonnenthierchens, Actinosphaerium Eichhornii, Pythium Actinosphaerii Brandt. Dangeard hat ein Pythium dichotomum beschrieben.

P. fecundum Wahrlich, in einem Seitenbächlein des Gletscherbaches des Rhonegletschers, zeichnet sich dadurch aus, dass die Oogoniumanlage durch Querwände in Tochterzellen zerfällt, deren jede ein befruchtungsfähiges Oogon bildet, bei ausbleibender Befruchtung aber vegetativ aussprosst. In einzelnen Fällen unterbleibt die Querwandbildung, so dass im Oogon wie bei den Saprolegniaceen mehrere Eisporen entstehen.

Cystopus.

Die Arten der Gattung sind ächte Parasiten, deren Mycel intercellular verläuft und zahlreiche kurze, kuglig angeschwollene Haustorien in die Zellen sendet. Die Conidienträger werden unter der Oberhaut der Nährpflanze gebildet, sind kurz, cylindrisch oder keulenförmig, büschelig. Conidien am Ende der Conidienträger, kettenförmig, anfangs von der Oberhaut bedeckt. Oosporen einzeln im Gewebe der Nährpflanze, in den befruchteten Oogonien, mit dickem, braunem Epispor. Conidien (Sporangien) und Oosporen bilden Schwärmsporen, doch bildet z. B. bei C. Portulacae die Endconidie nach Tulasne einen einfachen Keimschlauch.

Der „weisse Rost" der Kreuzblüthler, der auch den Kappernstrauch befällt, Cystopus candidus (Pers.) Liv., ist allenthalben leicht zu finden an dem Ackertäschelkraut, Capsella bursa pastoris, wo er auf dem Stengel grosse, weisse, anfangs wie lackirt aussehende Polster bildet, auch die verkrümmten Blüthenstiele, Blätter, Blumen wie mit Firniss überzieht. Er ist einer der verbreitetsten Parasiten der Cruciferen, der wildwachsenden, wie auch der kultivirten, wie Rettig, Kresse, Kohlarten, Brunnenkresse, Meerrettig, Raps, Leindotter etc. — Die Conidien (Sporangien) sind kuglig, 15—17 μ.

Das Mycel keimt nur in die jungen Keimlinge ein. In Neapel erhoben vor einer Anzahl von Jahren grosse Gärtnereien gerichtliche Klage gegen eine Fabrik, mit der Anschuldigung, dass die Ausdünstung die vorher lohnende und auf grossen Export eingerichtete Kultur von Blumenkohl geschädigt habe. Sachverständige fanden als Ursache der Schädigung den „weissen Rost“ Cystopus candidus. Als Mittel gegen denselben empfiehlt sich Entfernung der Cotyledonen der Gemüsepflanzen (da in diese der Pilz besonders eindringt) vor dem Stecken und Entfernung der Capsella bursa pastoris, Erysium cheiranthoides und anderer Unkräuter aus der Familie der Cruciferen. Wie C. candidus die Cruciferen, so sucht die Compositen Cystopus cubicus Lév. (älterer Name C. Tragopogonis) heim. Er findet sich am häufigsten auf dem Bocksbart (Tragopogon) und auf der Scorzonere (Scorzonera), ferner auf Flockenblumen (Centaurea), Wucherblumen und Kamillen (Chrysanthemum, Matricaria), Beifuss (Artemisia) und anderen Compositen. Die endständigen Conidien sind niedergedrückt, kuglig, grösser, sehr dickhäutig; die übrigen kurzcylindrisch mit zarter Membran, in der Mitte mit einem verdickten Ring (20—22 μ). Die Oosporen sind kuglig (44—50 μ). Membran braun, mit runden, flachen oder höckrigen Warzen dicht besetzt. Der nahestehende C. spinulosus De By. auf Kratzdisteln (Cirsium) besitzt Oosporen mit kleinen, oft spitzstacheligen Höckern. Auch der „weisse Windenrost“ Cystopus Convolvulacearum Zal. (C. Ipomoeae-panduranae (S.) Farl.) ist nahe verwandt und kommt auf Convolvulus, Ipomoea, Batatas edulis u. a. Winden vor.

C. Portulacae (DC) Lév., auf Portulaca oleracea und P. sativa, besitzt gleichfalls zweierlei Conidien (Sporangien), grössere endständige (22 μ) mit dicker, gelb werdender Membran und kleinere cylindrisch bis elliptische (14—17 μ) mit dünner, farbloser Membran. Bei C. Bliti (Biv.) Lév. auf Cyathula, hindostan. und argent. Boerhavia, Blitum, Albersia etc., sind umgekehrt die endständigen Conidien kleiner, kuglig, die übrigen fast birnförmig, mit dünner Membran und verdicktem Ring in der Mitte. Cystopus Lepigoni De By. auf Lepigonumarten.

C. verrucosus Hazl. auf Chaerophyllum bulbosum. C. sibiricus Zalewsk. auf Boragineen.

C. Amarantacearum Zalewsk. auf europäischen, amerikanischen, südafrikanischen Amarantaceen mit Ausnahme von Blitum, Cyathula, Boerhavia.

C. Tillaeae Lagerh. auf Tillaea rubescens in Ecuador.

C. Nyctaginearum Schröt. und C. Brasiliensis Schröt. (auf Soliva) in Südamerika.

Phytophthora.

§ 45. Das Mycelium der Pilze, das intercellular, aber auch in den Zellen der Nährpflanze wuchert, daher sehr arm an Haustorien ist, tödtet die Zellen der Nährpflanze rasch, bildet einfache oder wenig verzweigte Sporangien-(Conidien)träger, die nach Bildung des Sporangiums weiter sprossen, indem sie das letztere zur Seite schieben und dann von Neuem Sporangien bilden. Die reifen Sporangien lösen sich leicht los, so dass dann an dem Träger mit dem jüngeren Endsporangium nur noch die Bildungsstellen des alten Sporangiums als knotige Anschwellungen zu erkennen sind. Die eiförmigen Sporangien haben an der Spitze eine Papille. Die im Innern gebildeten Schwärmsporen werden aus der geöffneten Spitze entleert, ausnahmsweise keimt der Inhalt des Sporangiums, das dann die Funktion einer Condie hat, durch einen Keimschlauch aus. Bei der Befruchtung sondert sich das Befruchtungsplasma des Antheridiums vor dem Uebertritt in das Oogonium nicht (wie es bei Pythium geschieht). Die Eisporen sind kuglig, dünnwandig, glatt, braun.

Der Urheber der Kartoffelkrankheit Phytophthora infestans De By.

stammt wahrscheinlich aus den Cordilleren von Südamerika, von wo er nach der Meinung Jensen's lebensfähig eingeführt worden ist, seitdem Guanohandel durch Dampferverkehr besteht (um 1840) und der Gebrauch von Eis auf den Schiffen üblich ist, während früher die Kartoffeln den Pilz auf dem langen Wege durch die heisse Zone verlieren mussten. Freilich scheint es, als ob die Krankheit in Deutschland vereinzelt schon vor 1830 vorhanden gewesen wäre. Jedenfalls trat die erste allgemeine und verheerende Epidemie in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, England, Dänemark, Russland erst 1845 auf und dauerte von da bis 1850 mit solcher Heftigkeit an, dass man bereits glaubte, das Ende der Kartoffelkultur sei herangekommen, dass Hunger und Elend und Unzufriedenheit in die Mitte der ärmeren Bevölkerung einkehrte. Nicht mit Unrecht meint Frank, dass das durch die Phytophthora infestans verursachte Elend einen Theil beitrug zu der Unzufriedenheit und

Aufregung der Geister in jener politisch bewegten Zeit. Seit jener Zeit ist die Krankheit wieder schwächer aufgetreten, hat sich in manchen Gegenden ganz verloren, während sie sich in anderen nur sporadisch in feuchten Jahren hie und da zeigt. Schweden hat sie am schwersten 1882 heimgesucht. Bei uns tritt der Pilz nur auf der Kartoffelpflanze und vereinzelt auf anderen Solanumarten (S. Lycopersicum, S. Dulcamara) auf, während er in Amerika auch auf anderen Solaneen und auf Scrofulariaceen (in Chili auf Schizanthus Grahami; nach Berkley auch auf der neuholländischen Scrofulariacee Anthocercis viscosa) gefunden worden ist. Nirgends sind aber bisher Oogonien gefunden worden. Nur irrthümlich hielt man die Oosporen von Pythium Arthrotrogus etc. früher für Oosporen des Kartoffelpilzes. Die Krankheit macht sich zunächst bemerklich durch rasche Zerstörung des Kartoffelkrautes. Das Mycel bildet auf seiner ganzen Verbreitung braune Flecken, die sich rasch vergrössern und in deren Umkreis auf der unteren Blattseite weisse Rasen wenig verzweigter Sporangienträger auftreten. Die end- und seitenständigen Conidien sind eiförmig (27—30 μ lang, 15—20 μ breit) und bilden unter Wasser gegen 10 rasch keimende Schwärmsporen. Zuletzt wird das ganze Kraut schwarz und verpestet durch seine Fäulniss weithin die Luft. Zuweilen schreitet die Krankheit nicht weiter fort, oft aber folgt auf die Krautfäule eine durch die Phytophthora infestans bewirkte Knollenfäule, indem die sich verbreitenden Sporen durch die Erde bis zur Knolle vor und in diese eindringen. Die Knollenfäule kann bereits in der Erde auftreten, oder nach Einbringung der Kartoffeln in den Keller. Gesunde Knollen werden dort angesteckt und mit ihnen kommt der Pilz dann wieder auf die Felder hinaus. Bei der Zersetzung durch die Phytophthora infestans siedeln sich bald eine Reihe anderer Saprophyten wie Fusisporium Solani Mart. und Acrostalagmus cinnabarinus (Entwicklungsformen von Ascomyceten) an. Nach den Untersuchungen Reinke's, Berthold's u. A. sind an den verschiedenen Zersetzungen der Kartoffeln noch gegen 30 Pilze betheiligt.

Der Urheber der Keimlingskrankheit der Bäume etc.

Phytophthora omnivora De By. (Peronospora Cactorum Leb. et Cohn, Peronosp. Fagi Hart., P. Sempervivi Schenk) tritt in erster Linie verheerend im Mai und Juni in den Baumschulen und auf Baumsaatbeeten auf. Rob. Hartig hat den Pilz als Urheber der

Buchenkeimlingskrankheit (als Peronospora Fagi) beschrieben. Die Keimpflanzen der Buche bekommen faulige Blätter und faulen zuletzt ganz, indem sie von dem intercellular wuchernden und mit reichlichen Haustorien versehenen Mycelien des Pilzes durchwuchert werden. Die Fruchtträger treten besonders bei feuchter Witterung an die Oberfläche, bald durch die Spaltöffnung, bald durch die emporgehobene und durchbohrte Oberhaut, es bilden sich an jedem Träger zwei Sporangien (Conidien), deren Zoosporen oft noch in den Sporangien keimen. Die Keimschläuche dringen in die Cotyledonen durch die Epidermis und bilden ein Mycel, das bereits nach 3—4 Tagen neue Sporangien oder Conidien bildet, welche die Krankheit rasch verbreiten. Die Oosporen, welche mindestens vier Jahre keimfähig bleiben, werden im Innern des Gewebes der Nährpflanze gebildet und gelangen nach deren Tod in das benachbarte Erdreich. Von hier wird die Krankheit, die sich daher besonders häufig an Fuss- und Fahrwegen findet, häufig durch den Menschen und durch Thiere (Mäuse) verschleppt. In manchen Gegenden tritt die Krankheit epidemisch auf und tödtet bis 80% der Pflanzen in den Saatkämpen. In gleicher Weise befällt der Pilz die Sämlinge der Ahorne, Akazien, Fichten, Tannen, Lärchen, Kiefernarten. Schenk fand den Pilz als Urheber einer Krankheit der Hauswurzarten (Sempervivum), Lebert und Cohn als Urheber einer Cacteenkrankheit (Cereus giganteus, Melocactus nigrotomentosus etc.) im Zimmer und in Gewächshäusern, wo er eine Fäulniss der Cactusstämme bewirkt. De Bary fand durch Infectionsversuche, dass derselbe Pilz es ist, der auch bei zahlreichen anderen Pflanzen, wie Cleome violacea, Alonsoa caulialata, Schizanthus pinnatus, Gilia capitata, Fagopyrum marginatum, T. tataricum, besonders Clarkia elegans befällt und zerstört. Mit Erfolg wurden auch inficirt: Oenothera biennis, Epilobium roseum, Salpiglossis sinuata, Lepidium sativum. Ebenso gedeiht der Pilz als Saprophyt, dagegen geht er zu Grunde auf Solanum und Lycopersicum.

Der falsche Mehlthau der Limabohne, Phytophthora Phaseoli Thaxter.

Seit 1887 tritt im Staate Connecticut in Nordamerika ein Pilz auf der Limabohne, Phaseolus lunatus, auf, welcher der Bohnenkultur sehr gefährlich zu werden scheint. Thaxter fand denselben von New Haven aus auf einem Umkreis von 15—20 Meilen (engl.) verbreitet und den Bohnenbau ernstlich gefährdend. Die Phyto-

phthora Phaseoli bildet zunächst an den unreifen Bohnenhülsen einen weisswolligen Schimmel, der sich bei feuchter Witterung rapid verbreitet und die ganzen Bohnenhülsen dicht umhüllt. Die Bohnen werden schnell zersetzt, werden zuletzt schwarz und verschrumpfen. Nach begonnener Zersetzung durch diesen Pilz siedeln sich dann Cladosporium, Macrosporium, Epicoccum und andere saprophytische Pilze an, die das Zerstörungswerk jenes vollenden. Die jungen Bohnen werden verkrümmt und verkrüppelt; seltener tritt der Pilz an den Blattrippen und dem Blattstiel auf. An der um New Haven wilden Bohnenart Phaseolus diversifolius und anderen Leguminosen wurde er nicht gefunden, so dass er in Connecticut nicht endemisch, sondern dahin eingeschleppt worden zu sein scheint. Die Conidien (Sporangien) tragenden Hyphen treten büschelig aus der Oberhaut der Bohnenhülsen hervor, sind einfach oder in grösserer oder geringerer Entfernung von ihrer Basis regelmässig (symmetrisch) gegabelt, und wachsen, wie bei den übrigen Phytophthoraarten, nach Abgliederung eines Sporangiums weiter, um neue Sporangien zu bilden. Die Stellen der alten Sporangienabgliederung sind durch schwache Anschwellungen zu erkennen. Die Comdien sind ellipsoidisch beiderseits etwas zugespitzt und können einen Keimschlauch bilden, welcher eine sekundäre Conidie bildet, oder häufiger tritt das Plasma aus und zerfällt in Schwärmsporen, welche mit zwei Cilien versehen sind, lebhaft umherschwärmen, und nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, sich abrunden und keimen. Sexualorgane sind bisher nicht gefunden worden. Von den beiden anderen bekannten Phytophthoraarten, Ph. infestans und omnivora, ist die Art durch die einfachen oder gabeligen Conidienträger, die Sporen (welche kleiner als bei Ph. omnivora, nur bis 50 µ lang und weniger variabel sind) und zahlreiche andere Punkte unterschieden.

Bei den folgenden Gattungen werden die Conidien (Sporangien) immer nur einzeln an den Enden der Aeste gebildet (die Hyphen wachsen nach der Conidienbildung nicht weiter). Die Conidien-(Sporangien)träger haben kurze, gerade, abgestutzte Aeste bei Sclerospora und Plasmopara (die erstere mit dicker, mehrschichtiger Membran der Eisporen, die letztere mit dünner Membran), sie sind dagegen wiederholt gablig verzweigt mit bogig gekrümmten Aesten und pfriemlich hakenförmigen Aesten bei Bremia und Peronospora. Bei ersterer Gattung laufen die Zweigenden vor Abgabe der Endästchen in eine Platte aus, die

Conidien keimen am Ende aus; bei Peronospora laufen die gegabelten Zweige des Conidienträgers direkt in die pfriemlichen Endästchen aus und die Conidien keimen an der Spitze. Bei Sclerospora bilden die Sporangien direkt Schwärmsporen, bei Plasmopara entleeren sie die Protoplasmamasse vor der Schwärmsporenbildung, bei Bremia und Peronospora treiben sie (als Conidien) direkt Keimschläuche.

Auf verschiedenen Gräsern, besonders auf den Fennicharten (Setaria) tritt in den Blättern und Blüthentheilen die Sclerospora graminicola Sacc. auf, welche vor Auffindung der spärlich verästelten Conidienträger wegen der reichlich in dem verdickten Gewebe der Blätter vorhandenen Eizellen (deren dickeres, mehrschichtiges Epispor mit dem des Oogons verschmilzt) für einen Brandpilz (Ustilago) oder eine Protomycesart gehalten wurde. Die von dem Pilz befallenen Blätter bleiben eingerollt, sind stark verdickt und leicht brüchig, anfangs weisslich, später dunkelbraun, zuletzt zerfasernd. Die Blüthenstände bleiben meist in den Blättern stecken und sind unfruchtbar oder sie zeigen, wenn sie selbst vom Pilz befallen sind (Oogonien werden in ihnen selten gebildet), eigenthümliche Vergrünungen. Zu der Gattung

Plasmopara

(mit dickem Mycel und kleinen blasen- oder eiförmigen Haustoria) gehört zunächst der bei uns häufige

Falsche Mehlthau der Doldenpflanzen, Plasmopara nivea (Ung.) Schröt.

auf Petersilie, Möhre, Pastinak, Körbel, auf welche er von verschiedenen wild wachsenden Umbelliferen gelangen kann. Am häufigsten findet er sich auf dem Giersch (Aegopodium Podagraria, worauf häufiger auch Protomyces, Puccinia etc.), aber auch auf Arten von Pimpinella, Anthriscus, Selinum, Peucedanum, Angelica etc., welche bei Erkrankung der Kulturen der genannten Kulturgewächse aus der Nähe zu entfernen sind. Die baumartig verzweigten Sporangienträger laufen in einfache oder zwei- bis dreitheilige Spitze aus, sind steif aufrecht, im oberen Drittel mit ein bis vier horizontal abstehenden einfachen oder zweitheiligen Zweigsporangien, kuglig, 20—22 μ lang, 15—17 μ breit, Zoosporen bildend. Oosporen kuglig, dünnwandig, glatt.

Plasmopara Geranii (Pk.) Berl. et Dr. T. und P. pusilla (De By.) Schröt. befallen die Geraniaceen, P. obducens Schröt. die Balsaminen (Impatiens).

In Amerika sind an Kürbissen, Gurken und anderen Cucurbitaceen Plasmopara Cubensis Humphr. und P. australis (Speg.) Swingle schädigend aufgetreten, wie auch P. Viburni Pk. an Schneeballensträuchern (Viburnum dentatum). Beide sind in Europa noch nicht beobachtet worden. Ebensowenig der amerikanische Compositenschimmel Plasmopara Halstedii (Farl.) Berl. et de Ton., welcher in Nordamerika auf allen möglichen Korbblüthlern, z. B. Sonnenblumen (Helianthus), Solidago, Rudbeckia, Eupatorium, Ambrosia, Bidens, vorkommt, die bei uns nur von Cystopus cubicus befallen sind. Ein anderer Compositenmehlschimmel Plasmopara entospora (Roze u. Corn.) Schröt., mit ungetheilten einfachen Sporangienträgern, die an der Spitze ein Köpfchen von fast kugligen Sporangien bilden, und kugligen Eisporen, der von Roze und Cornu als Basidiophora beschrieben wurde, kommt in Amerika auf Aster- und Solagoarten vor. In Europa ist er mit dem Erigeron canadense, wie es scheint, eingeschleppt worden, auf Aster und Solidago aber noch nicht beobachtet worden.

In Europa finden sich noch Plasmopara ribicola Schröt. auf den Blättern des Johannisbeerstrauches (Ribes rubrum), P. Epilobii (Rbh.) Schröt. auf Epilobium.

P. pygmaea (Ung.) Schröt. auf Ranunculaceen (Anemoneen und Helleboreen), z. B. Anemone nemorosa, A. ranunculoides, Hepatica, Aconitum Napellus, Isopyrum etc. und P. densa (Rbh.) Schröt. auf den dem Getreide schädlichen Halbschmarotzern Alectorolophus, Euphrasia Odontites, sowie auch auf Euphrasia protensis, Bartschia alpina u. a. Scrofulariaceen.

Bremia,

Mycel gleichfalls mit unverzweigten blasen- oder keulenförmigen Haustorien, Zweige der dichotom verzweigten Sporangienträger bogenförmig, letzte Verzweigung kelchförmig oder in eine breite Platte erweitert, von der die pfriemlich zugespitzten Endästchen entspringen, Keimung durch scheitelständigen Keimschlauch. Eisporen klein, kuglig, dünnhäutig.

Der Mehlschimmel des Salates Bremia Lactucae Regel (B. ganglioniformis, Per. gangliformis).

Der Pilz bringt in manchen Gegenden grossen Schaden durch Vernichtung des Gartensalates (Lactuca sativa) hervor, so nach Cornu in Frankreich, wo die jungen Frühsalate in Kästchen verpackt versendet werden und sich häufig der Pilz während des Transportes derartig entwickelte, dass die Blätter sammt und sonders unverwendbar

wurden. Der Schaden war so gross, dass die Gärtner einen Preis von 10 000 Fr. für ein Mittel aussetzten, welches die Schädigung beseitigte. Da die Dauersporen im Boden bleiben, dürfte zunächst Reinigung des Bodens erforderlich sein. Am häufigsten überwintert der Pilz aber auf einer Reihe von Unkräutern, so besonders auf Senecio, Lampsana, Sonchus, der Strohblume etc., die, von den Salatfeldern fern zu halten sind. Bezüglich der Konkurrenz zwischen der Bremia und dem Coleosporium Senecionis vgl. die Bemerkung bei letzterem. Nährpflanzen der Bremia Lactucae sind unter anderen Helichrysum chrysanthum (Strohblume), die Arten von Senecio, Cirsium, Lappa, Centaurea, Lampsana, Leontodon, Tragopogon, Hypochaeris, Lactuca, Sonchus, Mulgedium, Crepis, Hieracium.

Peronospora.

§ 46. Mycel meist mit fadenförmigen verzweigten Haustorien (nur Peronospora Radii, P. leptosperma u. P. violacea machen Ausnahmen). Endverzweigungen der Conidienträger mit zwei gabligen, pfriemlich zugespitzten, gekrümmten Aestchen. Conidien seitlich auskeimend.

Der falsche Mehlthau („falsches Oidium“, Mildew) des Weinstocks.

Peronospora viticola Berk.

Nachdem bereits 1873 Cornu in der Akademie der Wissenschaften zu Paris darauf aufmerksam gemacht hatte, dass bei der Einfuhr der gegen die Reblausplage verwendeten amerikanischen Rebensorten die in Amerika so verbreitete Rebenkrankheit, die im Osten der Vereinigten Staaten auf Vitis aestivalis, V. Labrusca, V. vulpina, V. cordifolia, V. Californica, V. vinifera, V. riparia und Ampelopsis quinquefolia und tricuspidata von Farlow konstatirt worden, nach Europa eingeschleppt werden könnte, trat dieses Ereigniss 1878 thatsächlich ein. 1878 wurde die Peronospora viticola von Planchon, Millardet, J. Therry und Cornu in Frankreich nachgewiesen. Im Oktober 1879 entdeckte Pirotta den neuen Eindringling in Oberitalien. Gleichzeitig trat er 1879 im Kanton Genf, 1880 in den Kantonen Thurgau, Zürich, St. Gallen auf, überall grossen Schaden verursachend. Im September 1880 wurde er von Mika in Ungarn, von Voss in Krain und Südtirol, von v. Thümen in Steiermark und Niederösterreich, 1880 in Algier, 1881 in Griechenland, in Spanien 1890, 1882 zum ersten Male im Deutschen Reich bei Thann und Strassburg im Elsass,

dann in den Kreisen Mülhausen, Rappoltsweiler, Schlettstadt, Erstern, Hagenau und Weissenburg gefunden und hat sich von da nach der bayrischen Pfalz, nach dem Rheingau, Hessen-Nassau verbreitet. 1884 wurde er von **Magnus** bei Berlin konstatirt und hat sich seitdem rasch weiter verbreitet, Weinberge in Gemeinschaft mit dem ächten Mehlthau Oidium Tuckeri, dem Wurzelschimmel, der Reblaus etc., verwüstend und auch vereinzelte Rebstöcke zu Grunde richtend. 1890 habe ich ihn zuerst bei Greiz an den einzelnen an den Häusern befindlichen Rebenstöcken beobachtet, von denen er 1891 bereits einen Theil völlig zu Grunde gerichtet hatte.

Der Pilz tritt nur auf der Unterseite der Blätter auf (nie auf der Oberseite, wo nur gelbliche bis rothe Flecken auftreten), seltener an jungen Trieben und Blüthenständen. Es treten an den Blättern zuerst nahe der Rippen grau-, bläulich- oder schmutzig-weissliche Schimmelflecken auf, die sich rasch weiter ausbreiten, zusammenfliessen und schliesslich die ganze Blattunterseite bedecken. Die Ober- und Unterseite wird dann graubraun, das Blatt verdorrt bald und bleibt im zusammengerollten Zustand längere Zeit am Rebstock hängen. Die schimmelige Bedeckung der Unterseite besteht mikroskopisch aus den baumartig verzweigten Conidienträgern, die büschelig aus den Spaltöffnungen hervorbrechen und länglich-ovale oder birnförmige Conidien (bezw. Sporangien, da der Inhalt sowohl Keimschläuche auszutreiben, als Schwärmsporen mit zwei Cilien zu bilden vermag) tragen; sie dringen in das Rebenblatt ein und können dann nach wenigen Tagen wieder die Conidienform erzeugen. Bei nasser Sommerwitteruug geht die Vermehrung und Verbreitung ausserordentlich rasch vor sich, während die Krankheit bei trockener Luft, mangelndem Thau und mangelnder Wärme wenig fortschreitet. In den vertrockneten, am Erdboden dann faulenden Blättern entstehen nach der Befruchtung der Oogonien die überwinternden Eisporen, von denen aus der Pilz dann im Frühjahr durch Thiere, Wind und Regen von Neuem auf die jungen Blätter gelangt. Die Zerstörungsmittel der Sommersporen haben sich als unzulänglich erwiesen, da das Mycel ja im Innern der Blätter lebt und nur die Conidienträger an die Oberfläche treten. (Bei dem Oidium Tukeri befindet sich der ganze Pilz an der Oberfläche der Beeren und Blätter, kann daher durch aufgestreuten Schwefel leicht getödtet werden). Es gibt nur einen Weg, die Krankheit gründlich zu beseitigen, die Zerstörung der Wintersporen. Es sollten daher spätestens im Herbst alle abgefallenen Blätter zu-

sammengebracht und verbrannt oder wenigstens tief untergepflügt werden. Immerhin wird es von Vortheil sein, die rasche Verbreitung durch die Conidien dadurch zu verhindern, dass man vor der Blüthe die Unterseite der Blätter mit 4procentiger Kalkmilch, oder einer Lösung von 3 Gramm Kupfervitriol in 1 Liter Wasser oder 2procentiger Kupferkalkbrühe (bouillie bordelaise) und dergleichen abwäscht oder besprengt.

Arcangeli hat eine Form des „falschen Rebenmehlthaues" auch auf Ampelocissus Martini gefunden.

Von dem Erineumfilz (durch Milben, Phytoptus verursacht), der in buckligen Auftreibungen des Blattes entsteht, und von dem rein weissen ächten Mehlthau unterscheidet sich der falsche Mehlthau (Mildew, Brown rot, Rot gris) durch die in der Ebene des Blattes bleibenden, schmutzig weissen, filzigen Flecken, welche er bildet.

Der Peronospora viticola schliessen sich eine Reihe anderer Arten an, welche durch ihr epidemisches Auftreten grösseren oder geringeren Schaden anrichten können.

Peronospora parasitica De By. tritt gleich dem Cystopus candidus nur auf Cruciferen auf. Besonders häufig auf Capsella bursa pastoris etc., weiter aber auch auf Leindotter, wo die Fruchtbildung dann unterbleibt, und auf den Blättern des Rapses, Kohles, der Levkojen und des Lackes, auf Senf, Brunnenkresse, Nachtviole, Rettig etc. Der Conidienträger ist 5—8mal zweitheilig, Aeste sparrig abstehend, Endästchen pfriemlich, hakenförmig gekrümmt. Conidien breit elliptisch, oft fast kuglig, 20—22 μ lang, 16—20 μ breit, Eisporen glatt oder mit leicht gefaltetem Epispor.

P. Viciae (Berk.) De By., der Erbsenmehlthau, ist häufig die Ursache der Keimunfähigkeit der Erbsen und ist häufig auf Wicken (Vicia) und Lathyrusarten. Conidienträger 6—8mal zweitheilig, Endästchen wenig gekrümmt. Eisporen hellbraun, mit niedrigen Leisten besetzt, die ein grobmaschiges Netz bilden.

P. trifoliorum De By. Der Mehlthauschimmel des Klees und der Luzerne richtet seit mehreren Jahren besonders auf der letzteren an vielen Orten, z. B. in Schweden, bedeutende Verwüstungen an, indem Blätter- und Blattstiele und Stengel von dem Pilz befallen werden und die Pflanzen häufiger ganz zu Grunde richten. Die aus amerikanischem Samen stammenden Pflanzen litten nach Eriksson mehr als die in Schweden einheimische Saat, wahrscheinlich weil mit den Samen perennirende Mycelien einge-

führt worden. Von anderen Trifolieen werden noch befallen Medicago falcata, M. lupulina, der Steinklee, Melilotus officinalis, M. albus, alle Trifoliumarten, der Hornklee (Lotus uliginosus), ferner erkranken durch den Pilz die Kronwicke (Coronilla varia) und der Hauhechel (Ononis procumbens — nur Conidien) der Tragant. Die Conidienträger sind 6—7mal zweitheilig mit gekrümmten Endästen und elliptischen Conidien, 20—22 μ lang, 16—19 μ breit, Oosporen kuglig, 24 bis 30 μ, glatt kastanienbraun, häufiger in den Nebenblättern. Es ist interessant, dass die beiden Abtheilungen der Leguminosen, die Trifolieen und Vicieen, zwei verschiedene Mehlthaupilze, P. Viciae — P. Trifoliorum, besitzen, wie sie auch zwei (das Aecidium auf Euphorbia bildende) Rostpilze, Uromyces pisi — Uromyces striatus (s. d.) haben.

P. arborescens Berk (De By.) erzeugt eine epidemische Erkrankung des Gartenmohns (Papaver somniferum), die besonders die junge Mohnsaat befällt. Die Mohnpflänzchen sehen gelblich bleich aus und haben aufgedunsene, unten grau bestäubte Blätter, an alten Pflanzen tritt eine Verkrümmung der Stengel ein. Bei der Bekämpfung der Krankheit ist auch auf die wilden Mohnarten, Papaver Argemone, P. Rhoeas, P. dubium zu achten, auf denen der Pilz gleichfalls wächst. Die kräftigen Conidienträger sind 7—10mal gegabelt, mit bogig gekrümmten Aesten und hakenförmigen Endästen versehen. Conidien kuglig oder elliptisch, 15—22 μ lang, 15—18 μ breit, farblos. Epispor der Eisporen schwach faltig.

P. Linariae Fckl. auf Linaria minor, L. vulgaris, L. arvensis, Digitalis und einigen anderen Scrofularineen, trat z. B. im Juni und Juli 1889 epidemisch im Berliner Universitätsgarten auf. Es zeigten sich daselbst sämmtliche Pflänzchen des kleinen Leinkrautes, L. minor, in eigenthümlicher Weise verändert. Sie waren niedrig und steif aufrecht geblieben und dicht mit grossen, durch nur kleine Zwischenglieder getrennten Blättern besetzt, in deren Achseln zahlreiche kurze, gestauchte Zweige standen, die dicht übereinander sitzende Blätter mit Achselsprossen trugen. An diesen gestauchten Seitenzweigen standen nicht selten Blüthen, die normale Samenkapseln bildeten. Nur zuweilen traten normale Sprosse mit weitläufig stehenden Blättern auf. Das Mycel tritt nicht fleckenartig in den Blättern auf, sondern ergreift das ganze Sprosssystem. Dass alle Pflänzchen eines Beetes ausnahmslos von der Krankheit befallen werden, erklärt Magnus durch die Beobachtung, dass der

Pilz auch in die Scheidewand der Kapseln und Samenträger eindringt und dort zahlreiche überwinternde Oosporen bildet, die mit den Samen ausgesäet werden oder gleich bei der Keimung der in den Kapseln zurückbleibenden Samen in die Keimlinge des letzteren eindringen.

P. effusa (Grev.) Rbh. Mehlthauschimmel des Spinates, auf Spinat (Spinacia oleracea) und anderen Chenopodiaceen (Chenopodium, Atriplex) verursacht auf überwinterten Spinatpflanzen und von da auf neuen Pflanzen eine epidemische Erkrankung. Die erkrankten Blätter werden schlaff, welk und beeinträchtigen den Ertrag des Spinats bedeutend. Bei fehlenden Oosporen liegt die Ueberwinterung dem Mycel in den überwinternden Blättern der jungen Spinatrosetten ob. Die Conidien sind elliptisch, 20—24 μ lang, 16—18 μ breit, schmutzig-violett. Oosporen mit gefaltetem braunem Epispor.

P. Schleideni Unger. Der Mehlthauschimmel der Speisezwiebeln, welcher in Europa schon lange bekannt ist wegen des grossen Schadens, den er unter den Speisezwiebeln anrichtet, ist noch bekannt von den Bermudainseln und tritt neuerdings in bedenklichem Umfang in Nordamerika auf, an den Blättern und Schäften von Allium Cepa und anderen kultivirten und wilden Zwiebelarten, in schmutzig-violetten bis braunen Rasen auftretend und die Blätter öfter ganz zum Absterben bringend. Conidienträger 4—6mal gegabelt. Conidien eiförmig, gross (44—52 μ lang, 22—26 μ breit), mit trüb-violetter Membran. Oosporen nach Cornu (Schröter hat dieselben nicht gefunden) elliptisch oder kuglig, mit glattem, dünnem Epispor. Nach Sorauer treten auch Schwärmsporen auf.

P. sparsa Berk., der Rosenmehlthauschimmel, ist seit 1862 in Gewächshäusern Europas beobachtet worden und allem Anschein nach bei uns eingeschleppt. In Berlin ist die Krankheit 1877 aufgetreten, scheint aber seitdem keine weitere Verbreitung gefunden zu haben. Um 1876 trat sie um Rom auf den edleren Rosensorten auf, angeblich aus Frankreich eingeschleppt. Die Conidienrasen sind weiss, Träger bis 9 mal gegabelt. Conidien elliptisch mit stumpfem Scheitel.

P. Hyoscyami De By., bei uns auf Hyoscyamus niger (und P. sordida Berk. auf Scrofularia, Verbascum und Scrofulariaceen?), in Nordamerika auf Nicotiana glauca (und N. Bigelovii). Es liegt daher die Befürchtung nahe, dass dieser Mehlthauschimmel den Tabakbau gefährden könne.

P. Schachtii Fckl. (P. Betae) verursacht die Herzblattkrankheit der Runkel- oder Zuckerrübe und perennirt in dem Runkelkopf durch sein Mycel; Eisporen sind bisher nicht gefunden worden. Die befallenen jungen Blätter zeigen hellgrüne Flecke mit welliger Oberfläche und weissem, später blaugrauem Ueberzug auf der Unterseite, schliesslich werden die Herzblätter nestartig zusammengekräuselt. Die Krankheit tritt viefach vereinzelt auf, wird aber leicht epidemisch bei fortgesetzt feuchter Witterung, daher ist es geboten, die Rüben, welche kranke Blätter zeigen, zeitig vom Acker zu entfernen. Die Mehlthauschimmel, welche auf anderen weniger wichtigen Pflanzen vorkommen, mögen hier nach Schröter, Farlow u. A. mit den zugehörigen Nährpflanzen folgen:

Nährpflanzen:	Pilze:
Ranunculaceen:	
Ficaria verna, Ranunculusarten	Peronospora Ficariae Tal.
Helleborus	P. pulveracea Fckl.
Fumariaceen:	
Corydallis, Dicentra	P. Corydallis De By.
Fumaria	P. affinis Rossmann.
Resedaceen:	
Reseda	P. crispula Fckl.
Violaceen:	
Viola tricolor, V. Riviniana	P. Violae De By.
Sileneen:	
Silene, Lychnis, Agrostemma . .	P. Dianthi De By.
Alismaceen:	
Holosteum	P. Holostei Casp.
Spergula, Spergularia	P. obovata Bonorden.
Sagina, Arenaria, Möhringia etc., Cerastium, Stellaria, Malachium	P. Arenariae (Berkl.) Schröt.
Cerastium	P. Alsinearum Casp.
Linaceen	P. Lini Schröt.
Geraniaceen	P. conglomerata Fckl. (P. Erodii Fckl.).
Portulacaceen:	
Claytonia	P. Claytoniae Farl. Amerika.
Rosaceen:	
Rubus	P. Rubi Rbh.
Potentilla, Sanguisorba, Agrimonia	P. Potentillae De By.
Onagraceen:	
Oenothera	P. Arthuri Farl. Amerika.
Paronychiaceen:	
Herniaria	P. Herniariae De By.

Nährpflanzen:	Pilze:
Scleranthaceen	P. Scleranthi Rbh.
Saxifragaceen:	
Saxifraga Chrysosplenium	P. Chrysosplenii Fckl.
Rubiaceen:	
Galium	P. calothica De By.
Valerianaceen:	
Valeriana, Valerianella	P. Valerianellae Fckl.
Dipsaceen:	
Knautia avensis	P. violacea Berk. (in den Blüthen).
Knautia, Scabiosa	P. Knautiae Fckl. (auf den Blättern).
Compositen:	
Anthemis, Matricaria, Chrysanthemum etc.	P. Radii De By. (in den Blüthen). P. leptosperma De By. (auf Blättern u. Stempeln).
Campanulaceen:	
Phyteuma	P. Phytematis Fckl.
Asclepiadaceen:	
Gonolobus	P. Gonolobi v. Lagerh. Süd-Carolina.
Gentianaceen:	
Erythraea	P. Chlorae De By.
Apocyneen:	
Vinca	P. Vincae Schröt.
Borragineen:	
Asperugo	P. Asperuginis Schröt.
Omphalodes, Lithospermum	P. Myosotidis De By.
Solanaceen	P. Hyoscyami De By.
Scrofulariaceen (vgl. noch P. Linariae, Plasmopara densa):	
Veronica	P. grisea (Ung.) Schröt.
Verbascum	P. sordida Berkl.
Antirrtinum	P. Antirrhini Schröt.
Euphrasia	P. lapponica Lagerh. Lappland.
Labiatae:	
Lamium	P. Lamii A. Br.
Salvia	P. Swinglei Ell. et Kell. (Amerika).
Hedeoma	P. Hedeomae Kell et Sw. (Amerika).
Lophanthus	P. Lophanthi Farl.
Primulaceen:	
Anagallis	P. candida Fckl.
Plantagmaceen:	
Plantago	P. alta Fckl.
Chenopodiaceen:	
Chenopodium, Acriplex Spinac.	P. effusa (Griv.) Rbh.
Polygonaceen	P. Rumicis Cda.
Nyctagineen:	
Abroma, Oxybaphus	P. Oxybaphi Ell. et Kell. Amerika.

Nährpflanzen:	Pilze:
Euphorbiaceen:	
Euph. Cyparissias	P. Cyparissiae De By.
Santalaceen:	
Thesium pratensis	P. Thesii v. Lagerh.
Urticaceen:	
Urtica, Laportea	P. Urticae (Lib.) De By.
Parietaria	P. Illinoensis Farl. Amerika.
Liliaceen:	
Allium	P. Schleideni Ung.

3. Familie. Saprolegniaceen.

Die Saprolegniaceen leben im Wasser auf todten Körpern. Wirft man Fliegen oder andere Insekten in das Wasser, so siedeln sich meist schnell die weit verbreiteten Saprolegniaceen an und sprossen nach allen Seiten aus dem Körper heraus, denselben mit einem fädig-schleimigen Strahlenkranz umhüllend. Seltener finden sich die Saprolegniaceen am lebenden Thiere parasitisch. So scheint die Krebspest, welche vor 10—15 Jahren als ausserordentlich verheerende Seuche in ganz Deutschland auftrat und in vielen Orten, wo der Flusskrebs früher sehr häufig war (z. B. in den Zuflüssen der weissen Elster, Saale, Altmühl etc.), sämmtliche Krebse vernichtete, wenigstens zum Theil durch die Achlya prolifera bedingt worden zu sein. Harz zeigte, dass Flusskrebse, die nur wenige Minuten in Wasser gebracht wurden, welches die Schwärmsporen der Achlya enthielt, sicher nach 12—18 Tagen an der Infection durch diesen Pilz zu Grunde gingen. Die Pilzhyphen dringen hauptsächlich auf der Unterseite des Abdomens in den Krebskörper ein und durchwuchern schnell die Körpergewebe der Thiere, oft die Krebse noch zu Lebzeiten in einen weissen Sammetüberzug einhüllend. Auch die Saprolegnia hypogyna wurde an Krebsen gefunden (zum guten Theil scheinen jedoch die Krebsseuchen auch durch Bakterien verursacht zu werden). Ebenso werden Fische und Molche sowohl in den Aquarien wie in Teichen und Flüssen nicht selten von einer Saprolegniakrankheit befallen. Bei gelinderen Fällen erscheinen dieselben nur von einem schwachen Schimmelüberzug bedeckt, der sich wieder beseitigen lässt; in anderen tritt die Krankheit aber epidemisch auf, so dass die Fische ganzer Gewässer sammt und sonders ihr erliegen und bald, mit den Saprolegnien über und über bedeckt, sterbend und todt an der Oberfläche umherschwimmen. Bei Goldfischen, Forellen, Lachsen,

Aalen etc. sind in Züchtereien und ausserhalb derselben diese Saprolegniakrankheiten häufig beobachtet worden. Auch Fischeier werden öfter in grösserem Massstabe von Saprolegnia Thuretii, S. asterophora etc. befallen. Zopf fand in einem Falle des Auftretens einer Fischkrankheit an Fischbrut, dass Regenwürmer, die von der Saprolegnia überzogen waren, in grosser Anzahl auf dem Boden des flachen, für die Zucht benutzten Teiches lagen. Sehr weit verbreitete verheerende Saprolegnia-Epizootien der Fische in den Flüssen sind neuerdings, besonders in England und Schottland, beobachtet worden. — Die Leptomitusarten rufen, ähnlich wie die habituell ähnlichen Spaltpilze (siehe bei Sphaerotilus natans), in den Städten weithin verpestende Verunreinigungen der Gewässer, Verstopfungen der Kanäle etc. hervor.

Die Saprolegniaceen haben ein bis zur Fruchtbildung einzelliges, verzweigtes, üppiges Mycel. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch zweiwimperige Schwärmsporen, welche in cylindrischen oder keulenförmigen, am Ende der Mycelfäden abgegliederten Sporangien gebildet werden. Nur in der Gattung Aplanes (A. Braunii De By.) kommen statt der Schwärmsporen unbewegte, dünnwandige, kuglige Sporen in den Sporangien zur Ausbildung. Gelegentlich finden sich im Verlauf des Myceliums einzelne oder reihenweise hinter einander abgegliederte Chlamydosporen. Wie bei den Peronosporen finden sich hier Oogonien und Antheridien; bei vielen Arten werden aber keine Antheridien mehr gebildet, die Oogonien haben die normale Entwicklung ohne vorhergehende Befruchtung oder fehlen gleichfalls. Es ist hier schon die bei den höheren Pilzen (Mesomyceten und Mycomyceten) ganz fehlende Sexualität verloren gegangen. Zum Unterschied von den Peronosporeen — unter welchen Pythium fecundum einen Uebergang zu den Saprolegniaceen darstellt — werden die Eier einzeln oder zu mehreren aus dem ganzen Plasma des Oogons gebildet; die Befruchtungsschläuche bleiben geschlossen (oder fehlen). Jedoch käme nach Pringsheim's (andererseits anders gedeuteter) Beobachtung die Befruchtung dadurch zu Stande, dass amöboide Plasmatheilchen (Pringsheim's Spermamöben) aus dem Befruchtungsschlauch in das Ei eindringen. Es würde hierdurch die Verwandtschaft dieser Algenpilze mit den Oophyceten unter den Algen noch eine nähere. — Die Oogonien werden an den Enden der Haupt- oder kürzeren Seitenzweige abgegliedert, seltener intercalar gebildet und sind kuglig. Die Antheriden stellen ei- oder keulen-

förmige Zellen dar, welche meist an den Enden dünner Seitenzweige entweder auf derselben oder einer anderen Pflanze gebildet werden; sie treiben den Keimschlauch bis ans Ei. — Die Sporangien werden bei Saprolegnia nach ihrer Entleerung öfter durchwachsen, so dass vielfach mehrere leere Hüllen einander umschliessen (wie bei der Mesomycetengattung Ascoidea).

Die Schwärmsporen machen vor ihrer Weiterentwicklung zumeist eine Häutung durch. Die Eisporen können direkt einen Keimschlauch bilden oder erst Schwärmer erzeugen.

Bei Leptomitus, deren gemeinste Art L. lacteus Ag. allenthalben in Abfallwassern, besonders denen der Brauereien und Brennereien, häufig ist (L. pyriferus Zopf an gleichem Ort bildet keine Oogonien mehr, hat neben den birnförmigen Sporangien dafür aber reihenförmige Chlamydosporen) und bei Rhipidium (mit vier Arten an gleichem Standort) sind die Schläuche in regelmässigen Abständen mit Einschnürungen versehen. Bei letzterer Gattung häuten sich die Schwärmsporen aber wie bei Achlya und Aphanomyces erst vor dem Sporangium, in dem sie sich in einer kugligen Ansammlung finden. Achlya hat mehrere Eizellen, Aphanomyces eine einzelne im Oogon.

Die Achlyaarten kommen ebenso wie Aphanomyces stellatus De By. an im Wasser faulenden Insekten, Würmern etc. vor oder sie leben parasitisch an den noch lebenden Thieren. Aphanomyces phycophilus schmarotzt in Algenzellen. Dictyuchus clavatus De By., D. monosporus Leitgeb etc. (von Achlya dadurch unterschieden, dass die Schwärmer sich bereits im Sporangium häuten), leben an faulenden Pflanzentheilen im Wasser. — Bei Saprolegnia sind die Fäden gleichmässig dick, verzweigt. Die Schwärmsporen zerstreuen sich nach der Entleerung sofort, kommen nach einiger Zeit zur Ruhe, häuten sich und schwärmen dann vor Bildung eines Keimschlauches meist noch einmal aus. Ausnahmsweise schwärmen sie gar nicht aus, sondern keimen schon in den Sporangien.

De Bary hat bei einem eingehenderen Studium der Familie gefunden, dass „Saprolegnia ferax" nur eine Sammelspecies ist, die in folgende Arten zerfällt: Ohne Antheridien. Eisporen centrisch: Saprolegnia Thureti De By., Antheridien als kurze Seitenglieder des Oogonträgers unter oder neben dem Oogon. Oosporen centrisch: S. hypogyna Pringsh.

Antheridien auf Nebenästen: Eizellen centrisch: S. monoica De By., S. mixta De By., S. torulosa De By., S. dioica De By.

Eizellen excentrisch: S. anisospora De By.

Ausser diesen Arten der alten „S. ferax" sind noch bemerkenswerth: S. asterophora De By., S. monilifera De By., die beiden neuen Gattungen Leptolegnia (L. caudata De By.) und Pythiopsis (P. cymosa De By.). — Bei Achlya hat De Bary (der ja auch z. B. die alte Phanerogamenspecies Erophila verna als eine zahlreiche Arten enthaltende Sammelspecies nachwies) noch folgende Arten unterschieden: A. prolifera De By. (auct. ex parte), A. polyandra De By., A. gracilipes De By., 'A. apiculata De By., A. racemosa Hildebr., A. oblongata De By., A. spinosa De By., A. oligacantha De By., A. stellata De By.

Es ist bemerkenswerth, dass die Saprolegniaceen eine grosse Anzahl von Parasiten beherbergen, die häufig die Zoosporenfruktifikation unterdrücken oder den Inhalt der Oogonien und Antheridien vernichten. Mitunter sind zwei oder mehrere Parasiten gleichzeitig in derselben Zelle zum Zerstörungswerk vereint, so Rhizidium carpophilum und Rhizidiomyces apophysatus Zopf, oder letzterer Pilz und Vampyrellidium vagans. Da bei dem Studium der Saprolegniaceen leicht durch diese Parasiten Täuschungen veranlasst werden können, so geben wir ein Verzeichniss derselben nach Zopf. Dieselben gehören zumeist den Algenpilzen (Rhizidiaceen, Olpidiaceen) selbst und den Urthieren, Protozoen (Monadinen) an.

Wirth:	Wirthsorgan:	Parasit:
Achlya polyandra . . .	Schläuche	Rozella simulans Fischer.
„ „ . . .	Oogonien u. Eisporen	Pythium sp.
„ „ . .	„ „	Rhizidium carpophilum Zopf.
Achlya racemosa . . .	Schläuche	Olpidiopsis incrassata Cornu.
„ „ . . .	„	„ fusiformis Cornu.
„ „ . . .	Oogonien	Rhizidiomyces apophysatus Zopf.
„ „ . . .	„	Rhizidium leptorrhizum Zopf.
„ „ . . .	Oogonien, Antheridien	Vampyrellidium vagans.
Achlya sp.	„ „	Olpidiopsis Index Cornu.
Saprolegnia asterophora	Schläuche	O. Saprolegniae Cornu.
„ „	Oogonien	Rhizidium carpophilum Zopf.
„ monoica. .	Schläuche	Rozella septigena Cornu.
„ „ . .	„	Woronina polycystis Cornu.
„ „ . .	„	Olpidiopsis Saprolegniae Cornu.
„ Thureti . .	„	„ „

Wirth:	Wirthsorgan:	Parasit:
Saprolegnia Thureti . .	Schläuche	Woronina polycystis Cornu.
„ „ . .	„	Rozella septigena Cornu.
Saprolegnia sp.	„	Diplophysa Saprolegniae Cornu.
Aphanomyces sp. . . .	„	Olpidiopsis Aphanomycis Cornu.
Rhizidium spinosum . .	„	Rozella Rhizidii spinosi Cornu.
Apodya brachynema . .	„	„ Apodyae brachynematis Cornu.
Monoblepharis polymorpha	„	„ Monoblepharidis polymorphae.

III. Ordnung. Zygomycetes.

§ 48. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht in Form der Zygosporenbildung. Der Inhalt zweier Zellen vereinigt sich nach Auflösung der Scheidewand und bildet eine Dauerspore. Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sporangien (Sporenbildung im Innern einer Mutterzelle) oder Schliesssporangien (Sporangiolen und Conidien am Ende der Zelle). Daneben Chlamydosporen, Hefebildungen.

Das Mycel ist reichlich entwickelt, häufig verzweigt und mit Spitzenwachsthum versehen.

I. Unterordnung: Die Schimmelpilze, Mucorinei.

Die „Schimmelbildungen“ an faulenden, modernden Thier- und Pflanzentheilen, Holzstücken, Speiseresten in Küche und Keller und draussen im Freien, deren Formenreichthum uns zuerst Corda in seiner „Prachtflora europäischer Schimmelbildungen mit 25 kolorirten Tafeln, Leipzig und Dresden 1839“ erschlossen hat, gehören zum guten Theil den Conidienfruktifikationen der höheren Pilze, der Mesomyceten, Ascomyceten und Basidiomyceten an, nur eine kleine Abtheilung der biologisch verwandten Schimmelformen erschien der späteren Forschung als eine morphologische Gruppe selbständiger Arten, wie der allverbreitete Köpfchenschimmel, Mucor Mucedo, und Verwandte. Sie bilden die Schimmelpilze im engeren Sinn, die Mucorineen. Auch von ihnen gilt bezüglich des Formenreichthums, was Corda von den Schimmelpilzen im Allgemeinen sagt: „Diese wunderbaren Gestalten mit Hilfe trefflicher Mikroskope zu enträthseln, gehört zu den schönsten Vergnügungen. Sie bilden eine Reihe von Gestalten einer dem nackten Auge fast unsichtbaren und dem Geiste ungeahnten wunderbaren Schöpfung, einer Schöpfung,

die, dem Tode, der Fäulniss entsprungen, gleichsam die rohe Materie untergegangener Wesen in ätherischer Form umgestaltet, und welche dem scharfen Auge des geistig regen tieferen Naturforschers diese Gestalten als vorahnende Formen der Typen einer höheren Pflanzenwelt erscheinen lässt." Thatsächlich ist nach Brefeld's Untersuchungen die ganze Entwicklungsreihe höherer Pilzformen in der kleinen Gruppe der Mucorineen bereits angedeutet und vorgebildet, und es ist in ihr nichts vorhanden, das nicht als Weiterentwicklung, höhere Ausbildung der bei den Mucorineen vorliegenden Verhältnisse zu betrachten wäre.

Bei Mucor, Chlamydomucor und Mortierella haben wir noch das vielsporige, von den Algen überkommene Sporangium, dessen Grösse und Sporenzahl aber durch Kultur herabgemindert werden kann. Einen Fortschritt zeigt z. B. Thamnidium elegans. Bei ihm finden sich zweierlei Sporangien, vielsporige, mit grosser Columella und auf unverzweigtem Träger, welche leicht zerfliessen, und dichotom verzweigte Sporangiolenstände mit kleinen Sporangien ohne Columella mit weniger, zumeist 4 Sporen, welche durch Verstäubung verbreitet werden. Aus beiden Sporenformen entsteht die gleiche Pflanze. In Massenkulturen, gleichviel, ob sie von den Sporangien- oder Sporangiolienständen ausgehen, werden die Endsporangien kleiner, die Sporangiolen häufiger und sporenreicher, während bei Einzelaussaat leicht Formen gezogen werden mit grösseren Endsporangien und kleineren Sporangiolen. Durch fortgesetzte Kultur gelingt schliesslich, eine Spaltung in zwei verschiedene Formen, von denen die eine nur noch endständige Sporangien, die andere nur Sporangien erzeugt, die schliesslich nur 1—2sporig sind. In ähnlicher Weise gelingt eine Spaltung in zwei Formen mit nur je einer Sporangienform bei Thamnidium chaetocladioides Bref. Bei ihm sind die Sporangiolen nicht dichotom, sondern quirlig verzweigt, und das charakteristische Aussehen der Art wird durch die steril in eine Spitze endigenden Seitenaxen verursacht. Die pfriemförmigen Spitzen kommen durch Abortus der Gipfelsporangien zu Stande, im Maass der Zunahme der Sporangiolenverzweigungen. In Kulturen können die Gipfelsporangien wieder erworben werden, während eine Abnahme der Sporangiolenverzweigungen stattfindet, bis zu deren Verschwinden. Mit der Zunahme der Sporangiolenverzweigung ist eine Abnahme der Sporenzahl bis zur Einzahl verbunden. Zu typischer Konstanz sind die Sporangiolenstände fortgebildet bei

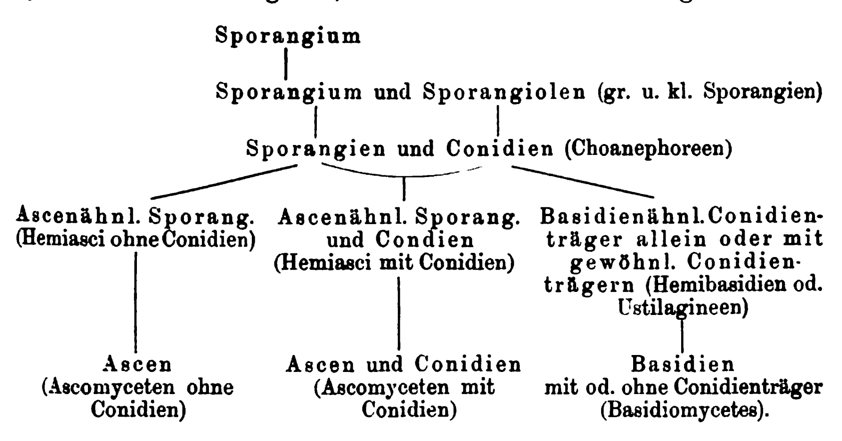
Chaetocladium; die allein Sporangiolen tragende Form des Thamnidium chaetocladioides mit den sterilen Seitenendigungen ist in dieser Gattung konstant geworden.

Während aber bei einzelligen Formen des Thamnidium chaetocladioides die Spore noch frei im Sporangium liegt, hat Chaetocladium typisch einsporige Sporangien, bei denen die Spore von Anfang an mit dem Sporangium verwachsen ist, die Sporangien sind zu Schiesssporangien, zu Conidien geworden. Wie unmittelbar dieser Uebergang ist, beweist die Kultur der Chaetocladien. Die Sporen von Chaetocladium Fresenii Bref. stossen bei der Keimung noch das Exospor, d. h. die Sporangiumwand ab, während Ch. Jonesii Berk. et Br. bereits ohne Abwerfen eines Exospors keimt. Diese vergleichenden Betrachtungen über die Fruchtformen von Mucor, Thamnidium führen unmittelbar zu den wichtigsten Aufschlüssen über die Fruchtformen bei den Pilzen überhaupt und deren morphologischer Werthbestimmung. Die Conidien sind nichts als kleine Schliesssporangien mit einer Spore, Sporangien mit erloschener, endogener Sporenbildung. Was die Sporangien in der Zahl der Sporen voraus hatten, das wird bei den Conidien ausgeglichen durch die Verzweigung der Träger. (In dem Conidienstand von Chaetocladium besteht sogar noch genau dieselbe Verzweigungsform wie in den Sporangiolen von Thamnidium chaetocladioides fort.) Das Sporangium mit schwankender Grössenform und Sporenzahl ist als ein Erbstück sporangientragender, niederer, grüner Algen anzusehen; bei dem Uebergang der Pilze zur terrestrischen Lebensform stellte sich die der Verbreitung der Sporen durch die Luft angepasste Umgestaltung der Sporangien zu kleineren Sporangien und verzweigten Sporangiolenständen mit schon verstäubenden Sporen ein. Die Conidien sind als rein terrestrische Formbildungen der Pilze anzusehen.

Neben ihnen bestehen aber die Sporangien noch zu einem Theil fort und wo sie fortbestehen, da haben auch sie sich der terrestrischen Sporenverbreitung angepasst, indem ihre Sporen, aus der zerfallenden Sporangienwand befreit, zum Theil sogar gewaltsam ejaculirt, durch die Luft verweht und verbreitet werden. Sporangien und Conidien sind bei niederen Pilzen neben einander, z. B. bei Choanephora und Mortierella und weiter besonders charakteristisch bei den Mesomyceten, Ascoidea und Protomyces erhalten geblieben. — Ein weiterer Vergleich lehrt unzweifelhaft, dass es sich auch in den Ascen und Basidien der höheren Pilze um nichts als um

Formabstufungen von Sporangien und Conidienträgern handelt. Ascen und Sporangien haben daher ihren gemeinsamen Ursprung bei den Sporangien niederer Pilze. Ebenso haben die Hauptfruchtformen der Rost- und Brandpilze, welche sonst bei den höheren Pilzen nur vereinzelt auftreten, die Chlamydosporen und Oidien — d. h. zu Sporen gewordene Fruchtkörperanlagen, nachträglich eingeschobene Nebenfruchtformen — bereits bei ihnen (Chlamydomucor etc.) ihren Ursprung, und schliesslich finden sich die Uebergänge von den einfachen Fruchtformen etc. (Exoasci, Gymnoasci etc.) zu den zusammengesetzten Pilzfrüchten (Carpoasci etc.) bereits bei den Mucorineen vor. Die Rhizoiden von Rhizopus nigricans und die Fruchthülle von Mortierella sind im Grunde nichts anderes, als die sterilen Hyphenknäuel, die bei Ascoidea und weiterhin bei den eigentlichen Ascomyceten (Carpoasci) die fruktificirenden Hyphen umhüllen.

Die Beziehungen zwischen den Fruchtformen der niederen und höheren Pilze, die zugleich die Grundlage des natürlichen Systems der Pilze abgeben, sind nach Brefeld die folgenden:



Die ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane der Mucorineen sind, wie schon angedeutet, Sporangien, Keimsporangien oder Sporangiolen und Schliesssporangien (einzellige Sporangien) oder Conidien, und zwar haben die Familien der Mucoraceen (Mucor, Sporidinia, Phycomyces, Pilobolus etc.) nur Sporangien, die der Choanephoreen Sporangien und Conidien, die Familien der Chaetocladiaceen (Chaetocladium) und Piptocephalideen (Piptocephalis, Syncephalis, Syncephalastrum) nur Conidien.

Die Sporangienträger sind einfach oder verzweigt (häufig dichotom verzweigt) und wachsen häufig nachträglich weiter in das

Sporangium säulchenförmig hinein, die „Columella“ bildend, die den Sporangiolen fehlen. Die Zygosporenbildung, welche man als geschlechtliche Fortpflanzung aufgefasst hat, tritt in vielen Fällen erst bei Erschöpfung des Nährsubstrates oder Unterdrückung der Sporangienanlagen (vgl. Mucor Mucedo) ein. Bei Pilobolus crystallinus konnte Zopf die Mycelien zur Zygosporenbildung bringen, indem er sie mit Pilzen inficirte, die die Sporangien und ihre Anlagen unterdrückten (eine Piptocephalis und Pleotrachelus fulgens Zopf). Man vergl. auch die Ascenbildung bei Endomyces Magnusii Ludw., die häufig erst dann eintritt, wenn die Oidienbildung durch Leuconostoc Lagerheimii unterdrückt wird. Nur wenige Mucorineen bilden auf allen Substraten und stets Zygosporen, wie z. B. Mucor fragilis Bainier etc. Der Vorgang der Zygosporenbildung besteht der Hauptsache nach darin, dass zwei Myceläste gegen einander wachsen und mit den Enden verwachsen. Jeder derselben grenzt eine Kopulationszelle ab, während die Zweige (Träger, Suspensoren) meist keulenförmig anschwellen. Bei den Mucoraceen und Chaetocladiaceen wird dann die gemeinsame Scheidewand aufgelöst, der Inhalt der Kopulationszellen wird zur Zygospore, die sich mit geschichteter Hülle umgiebt, und in der von der Membran der kopulirenden Aeste herrührenden Hülle liegt, die die bisherige Aussenhaut (Epispor) liefert. Bei den Piptocephalideen bilden die aufgerichteten, zangenartig verbundenen Kopulationsäste nach Auflösung der Scheidewand der abgegrenzten Kopulationszellen an der Berührungsstelle eine blasenförmige Anschwellung, die zur Zygospore wird. Die Suspensoren können sich gleichfalls weiter entwickeln, Warzen und Fortsätze (wie bei Chaetocladium), oder gablig getheilte Aeste, oder weiter wachsend eine gitterförmige Hülle (bei Absidia) oder eine dichte, dicke Hülle um die Zygospore bilden. Zuweilen werden von nicht zur Kopulation gelangenden Aesten des Mycels Dauersporen gebildet, welche morphologisch den Zygosporen gleichen (Azygosporen).

Carnoy und Brefeld hatten gefunden, dass bei dem Wachsthum der Mucorineenfruchtträger mehrere Perioden zu unterscheiden sind, dass z. B. nach Bildung des Sporangiums eine Streckung bis zur 10fachen Länge eintritt. Léo Errera, der diese Thatsachen weiter verfolgte, konnte bei Phycomyces nitens 4 Abschnitte des Wachsthums unterscheiden. Bei einer Temperatur von 18—24° C. erhebt sich im ersten (1 Tag) ein orthotroper Zweig, dessen Längenwachsthum im zweiten 2—3stündigen

Stadium stille steht, während an dem zugespitzten Ende ein kugliges Sporangium entsteht (auf Kosten der dadurch verkürzten Fruchthyphe). Der dritte Abschnitt stellt eine 2—3stündige Ruhepause für Träger und Sporangium dar. Im vierten ($2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$ Tage) findet das Hauptwachsthum des Fruchtträgers statt. Die Wachsthumsgeschwindigkeit wächst rasch, schwankt dann 12—18 Stunden um einen Maximalwerth und sinkt zuletzt auf Null herab. Während dieses letzten Abschnittes wird die Membran des Trägers schiefergrau, das Sporangium braun und zuletzt schwarz, Columellabildung und Reife findet erst in diesem Stadium statt. Den Mucorineen mit kurzen Fruchtträgern fehlt die grosse Periode des Wachsthums. Das Wachsthum des Fruchtträgers von Phycomyces hat seinen Sitz in dessen oberem Theil, der daher der meistgedehnte, am wenigsten resistente ist. Daher knickt der Faden, wenn er irgendwo verletzt wird, nicht an dieser Stelle, sondern am unteren Ende der Wachsthumszone 0,2—2 mm unter dem Sporangium ein.

1. Familie: Mucoraceen.

Die vielverzweigten Mycelien mit einfachem oder verzweigtem, aufrechten Sporangiumträger. Sporangien rundlich, gleichartig, oder Haupt- und Nebensporangien vorhanden. Sporen gehäuft in vielsporigen Sporangien, wenigstens sind vielsporige Hauptsporangien mit Columella da. Zygosporen zwischen den einzelligen Suspensoren.

Uebersicht über die wichtigsten Gattungen (nach Schröter):

Peridium gleichmässig, nicht cuticularisirt.
- Mit einerlei Sporangien.
  - Suspensoren ohne Auswüchse.
    - Sporangienträger einfach oder unregelmässig verzweigt: Mucor.
    - Sporangienträger regelmässig dichotom verzweigt: Sporodinia.
  - Suspensoren bei der Reife der Zygosporen mit astartigen, abstehenden Auswüchsen: Phycomyces.
- Mit Hauptsporangien, mit Columella und Sporangiolen oder Schliesssporangien ohne solche: Thamnidium.

Peridium in der oberen Hälfte cuticularisirt, gefärbt, in der unteren dünn, farblos zerfliessend.
- Sporangienträger gleichmässig cylindrisch, das Sporangium wird nicht abgeschleudert: Pilaira.

Sporangienträger unterhalb des Sporangiums angeschwollen, die Sporangien werden abgeschleudert: Pilobolus.

Mucor.

Die Untergattung Eumucor ohne Ausläufer (Stolonen). Fruchtträger mit endständigem Sporangium, Aeste gerade oder kaum gekrümmt. Sporen kuglig oder elliptisch. Die zygosporenbildenden Aeste gerade. Die mit Chlamydosporen versehenen Arten von Brefeld als Chlamydomucor unterschieden.

Der gemeine Kopfschimmel, Mucor Mucedo L., bildet nebst dem später zu erörternden Penicillium crustaceum (s. Ascomycetes) die gemeinste Schimmelart, deren Sporen allenthalben verbreitet und leicht keimfähig sind. Er ist einer der Haupturheber der Vermoderung oder Verwesung der verschiedensten organischen Stoffe. So ist er auch in erster Linie betheiligt bei der Umarbeitung und Zersetzung des Düngers und (mit Bakterien) der Humusbildung unserer Gärten und Felder. Bringt man frischen Pferdedünger unter eine Glasglocke, so tritt bereits nach 1—2 Tagen mit grosser Regelmässigkeit ein Wald von Mucor Mucedo (oft mit Piptocephalis und Chaetocladium, Thamnidium elegans etc.) auf. Bald folgen Pilobolus crystallinus und andere Pilobolusformen, die am Morgen mit ihren turgescenten Stielen kleinen Wassertröpfchen ähneln, um die Mittagszeit (11—12 Uhr) ihre Sporangien mit grosser Kraft (nach Beal bis sechs Fuss hoch) abwerfen und die Glasglocke an der Fensterseite völlig damit bedecken. Oft tritt dann auch der merkwürdige Schleimpilz Dictyostelium mucoroides auf. Wiederum nach einigen Tagen erscheint der Pferdemist übersäet von den schwarzen Perithecien verschiedener Sordarien und Sporormien, Delizschien etc., weiterhin folgen Ascoboli und verwandte Formen, bis endlich die Coprinusarten und verwandte Basidiomyceten den Schluss bilden. — Mucor Mucedo vermag Gährungen zu erzeugen (vgl. bei den Hefeformen), ist aber ebenso wenig wie sein kosmopolitischer Bundesgenosse Eupenicillium crustaceum unter natürlichen Verhältnissen Krankheitserreger. Die Fruchtträger werden bis 10 cm hoch und sind stark sonnenwendig, anfangs einfach, später mit kleinen Seitenzweigen, oft mit Oidien. Sporangien kuglig, 100—150 μ (die seitenständigen oft ohne Columella und kleiner), erst gelb, dann schwarz, feinstachelig,

Columella sehr gross, birnförmig oder fast cylindrisch, Sporen 7—11 μ lang, 4—6 μ breit, glatt, aussen farblos, innen gelblich. Zygosporen im Substrat, schwarz, kuglig, 90—200 μ, Epispor mit unregelmässigen Warzen und Stacheln.

Mucor circinelloides (van Tiegh.). Fruchtträger dichtstehend, ca. 1 cm, sehr verzweigt, Seitenzweige mehr oder weniger stark bogenförmig, nach unten gekrümmt, Endsporangien meist aufrecht. Sporangien zuletzt graubraun, glatt oder feinkörnig, Peridie am Grund der fast kugligen Columella angeheftet, Sporen 4—5 μ lang, 3 μ breit, Zygosporen kuglig, Epispor rothbraun, mit grossen spitzen, kegelförmigen Warzen mit vom Scheitel ausstrahlenden Falten. Mit Oidien und Chlamydosporen. Auf Pferdemist, faulen Kartoffeln etc. Der Pilz vermag ebenso wie die drei folgenden Arten Gährungen zu erregen.

M. racemosus Fres. (Chlamydomucor Bref.). Fruchtträger 0,5—4 cm hoch, unregelmässig verzweigt. Sporangium kuglig, 50—60 μ, zuletzt braun oder ockerfarben. Peridium glatt, am Grund der Columella angeheftet. Letztere elliptisch, eiförmig oder fast kuglig. Sporen kuglig oder kurzelliptisch, 5—8 μ lang, 4—5 μ breit, glatt. Zygosporen kuglig, 70—84 μ. Epispor gelblich, mit braunen, unregelmässigen, höckerigen oder leistenartigen Verdickungen. Auf Brot, faulen Pflanzentheilen, Mist etc. Bildet Chlamydosporen und Oidien.

M. spinosus van Tiegh. Fruchtträger dicht stehend, etwa 0,5—01 cm hoch, unregelmässig verzweigt. Sporangien zuletzt schwarz, kuglig. Peridium feinstachelig, am Grund der Columella angeheftet. Letztere cylindrisch bis birnförmig, oben zugespitzt oder in stachelige, oben spitze oder knopfartige Ausstülpungen auslaufend, braun. Sporen meist kuglig, 4—9 μ. Zygosporen kuglig, Epispor gelbbraun, mit flachen plattenförmigen, in der Mitte wenig erhabenen Verdickungen, mit Oidien. Auf altem Brot, Kartoffeln etc.

M. erectus Bainier. Aeste des unregelmässig verzweigten Fruchtträgers leicht gebogen. Sporangien klein, 15—35 μ, kuglig, braun. Peridium platt, am Grund der Columella angeheftet. Diese keglig oder elliptisch. Sporen ebenso, 4—5 μ lang, 2,5—4 μ breit, glatt, farblos. Zygosporen keglig, 40—50 μ, Epispor rothbraun mit wenig hervorragenden leistenartigen, oft gruppirt gestellten Verdickungen. Azygosporen ebenso. Mit Oidien. Auf faulenden Kartoffeln.

M. bifidus Fres. Mycel weiss. Fruchtträger bis 1 cm, im

oberen Drittel 2—3theilig. Aeste oft gleich lang. Sporangien anfangs weiss, dann hellgelblich, zuletzt grau oder graugelb. Peridium kurz, stachlig. Spore 11—17 μ breit, 19—11 μ lang. Auf geronnener Milch.

M. (Rhizopus) stolonifer Ehrenberg (Rhizopus nigricans Ehrenb., Ascophora Mucedo Tode). Die Untergattung Rhizopus ist ausgezeichnet durch häufig büschelartig angeordnete Fruchtträger und wurzelartige Hafthyphen (Rhizoiden) am Grund derselben, sowie durch lange, ausläuferartige Myceläste (die völlig den Erdbeerranken analog sind). Die letzteren, die Stolonen, wachsen bogig empor und treiben an den Stellen, wo sie abwärts wachsend festen Boden finden, neue Rhizoidenbüschel und neue Sporangienträger. Von hier aus werden dann neue Stolonen ausgesandt. Die gemeinste Art, Mucor (Rh.) stolonifer Ehrb., findet sich sehr häufig auf faulenden Pflaumen, Kirschen und anderen zuckerhaltigen Früchten, Brot etc., die völlig von dem Mycel und den reichlich gebildeten Stolonen eingesponnen werden. Bringt man Sporen des Pilzes in einem Tropfen Pflaumenbrühe oder dergl. auf eine Glasplatte, so entwickelt sich daraus zunächst ein dem Substrat aufliegendes, verzweigtes Mycel, von diesem werden zuletzt Ausläufer (Stolonen) gebildet, deren Verhalten Wortmann näher untersucht hat. „Der Stolo, zuerst wie eine dünne feine Nadel aus dem Substrat hervorwachsend, krümmt sich nach einiger Zeit, gewöhnlich einige Millimeter hinter seiner Spitze, derart, dass letztere eine mehr oder weniger horizontale Lage einnimmt. Ist dieses Stadium erreicht, so treten nun fortdauernd unregelmässige eigenthümliche Nutationen ein, durch welche das fortwachsende Ende bald nach und nach in einem Kreise herumgeführt wird, bald verschiedene Zickzacklinien oder Schlingen beschreibt, oder auch in einer Ebene, welche mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche des Substrates steht, auf- und abwärts bewegt wird.“ Die Nutation dauert wie bei den Ranken der Erbse oder den Trieben der Bohne etc. fort, bis ein fester Körper berührt wird. Sobald die Stolonen eine neue Unterlage gefunden haben, und dies kann auch auf einer zum Substrat senkrechten Ebene sein, so stellen sie ihr Längenwachsthum ein, treiben Rhizoiden, die an der Unterlage (auch am Glas) festhaften und aus denen sich zwei bis zehn 2—4 mm hohe einfache, braune Sporangienträger erheben. Von den rosettenförmigen Hafthyphen aus entspringen dann wieder von Neuem 1—2 Stolonen. Die Sporangien sind schwarz, 100—150 μ. Das Peridium ist feinkörnig, in der

Mitte der sehr grossen, kugligen Columella angeheftet. Sporen unregelmässig, eckig, 10—15 μ lang, bis 11 μ breit, mit leistenförmigen Verdickungen. Zygosporen (auf unreifen Stachelbeeren, Erdnusskuchen etc. gefunden) tonnenförmig, 170—220 μ, dunkelbraun, mit halbkugligen Warzen dicht besetzt. Es werden auch Azygosporen gebildet. Der Pilz verursacht (ohne Hefesporangien u. dergl. zu treiben) Alkoholgährung.

M. (Rhizopus) elegans Eidam, dessen Sporangien dichtstachelig sind, mit am Grund der Columella angehefteter Peridie, mit kugligen Sporen von 5—7 μ Durchmesser, wurde auf keimenden Bohnen, Erbsen, Mais gefunden.

M. (Rhizopus) reflexus Bainier und eine Reihe anderer neuer Mucorineen, sowie Beschreibungen und Abbildungen der meisten bekannten Mucorineen enthält eine grössere Schrift von G. Bainier (vgl. Ann. des sc. nat. Bot. Ser. VI, T. XV, 1883 etc.).

Bei der Untergattung Circinella werden die Sporangien an Seitenzweigen gebildet, die bogig oder spiralig gekrümmt sind; der Hauptfaden verlängert sich rankenförmig und treibt neue Zweige. Hierher gehörig: Mucor (Circinella) spinulosus van Tiegh. et le Monnier auf faulenden Substanzen, Leder etc. (Sporen kuglig, 4 μ, graubraun), M. (Circinella) umbellatus van Tiegh. et Monn. auf Mist und modernden Pflanzen (Sporen 6—8 μ, frisch bläulich).

Die Untergattung Spinellus, mit einfachem Fruchtkörper und sehr grossem Endsporangium, hat sehr grosse, spindelförmige Sporen. Die Zygosporen, die an besonderem Luftmycel gebildet werden, entstehen aus Zweigen, die bei der Kopulation aufsteigend zangenförmig gegen einander geneigt sind. Die Arten wachsen auf faulenden Hutpilzen: M. (Spinellus) fusiger Link (Sporen pinselförmig, an den Enden abgerundet, 32—42 μ lang, 9—12 μ breit), auf Collybiaarten, M. (Spinellus) macrocarpus Corda (Sporen spindelförmig oder fast citronenförmig, 34—46 μ lang, 15—18 [24] μ breit, Enden zugespitzt) auf Mycena sanguinolenta etc. Bei der Untergattung Absidia (A. capillata van Tiegh., A. septata van Tiegh.) sind, wie bei Rhizopus (auch bei Mortierella, Syncephalis, Piptocephalis), Stolonen mit Haftorganen (Rhizoiden, Appressorien nach Zopf) vorhanden, dieselben führen aber hier sehr grosse, regelmässige Bogenkrümmungen aus und die Fruchtträger entspringen nicht von den Haftorganen, sondern von den höchsten Theilen der Brückenbogen.

Die pathogenen Mucorineen.

§ 50. Die durch Mucorineen erzeugten Krankheiten des Menschen (Mycosen) sind zwar seltener, als die durch die Aspergillusschimmel erzeugten Mycosen, immerhin sind es aber mehrere Arten, welche entweder typische Mucormycosen bilden oder mit den Aspergillusschimmeln gemeinsam den Körper befallen. Vor allen Dingen sind es Krankheiten des Ohres, Schwerhörigkeit, Ohrsausen etc. (Otomycosis mucorinea), des Rachens, des Auges (Hornhautwucherungen), aber auch Darmblutungen u. a. Darmkrankheiten, pneumonische Lungenheerde, Gehirnabscesse, Pharynx- und Larynx-Phlegmone, Milztumoren, nach Paltauf sogar tödtliche Allgemein-Mycosen, die durch die höheren Temperaturen angepassten Mucorineen verursacht werden (vgl. auch die Aspergillusmycosen). Die hier in Betracht kommenden Arten sind: Mucor corymbifer Cohn, M. (Rhizopus) rhizopodiformis Cohn, M. pusillus Lindt, M. ramosus Lindt und M. septatus Siebenmann.

M. (Eumucor) corymbifer Cohn. Mycel schneeweiss, später hellgrau, Fäden auf dem Substrat oder durch die Luft lang und gerade hinlaufend. Fruchtträger nicht senkrecht aufsteigend, sondern hyphenartig lang hingestreckt, doldentraubig verzweigt, an der Spitze in 1—12 Sporangien doldig ausstrahlend, unterhalb der Enddolde noch einzelne kleinere, kurzgestielte, sehr kleine Sporangien in Abständen traubenartig entwickelnd. Sporangien auch in der Reife farblos, birnförmig, allmählich in den Fruchtträger verschmälert, die grössten 70 μ, die mittleren 45—60 μ, die kleinsten 10—20 μ im Durchmesser, Columella kegelförmig, oben verbreitert, bisweilen warzig, bräunlich. Sporen farblos, winzig, 3 μ lang, 2 μ breit. Temperaturoptimum Körpertemperatur (37° C.).

N. (Rhizopus) rhizopodiformis Cohn. Mycel erst schneeweiss, dann mäusegrau, auf dem Substrat hinwachsend und fortkriechend. Bräunliche Myceläste (Stolonen) steigen bogig auf und senken sich wieder auf das Substrat, hier kurzverzweigte, bräunliche Rhizoiden mit meist geraden, spitzen Aesten abgebend und einzelne oder büschelige bräunliche, einfache, 120—125 μ lange Fruchtträger erzeugend. Sporangien kuglig, ca. 66 μ, schwarz, glatt. Columella ei- oder birnförmig, unten gerade abgestutzt, 50 bis 75 μ breit, Sporen farblos, kuglig, glatt, 5—6 μ. Auf feucht gehaltenem Brot etc. Am üppigsten bei Körpertemperatur.

M. (Rhizopus) ramosus Lindt., dem M. (Rhizopus) ramosus nahe stehend, aber durch ovale Sporen, 5—6 μ lang, 3—4 μ breit, unter-

schieden. Mycel anfangs weiss, allmählich sich bräunend, zuletzt intensiv braun (in Brutwärme nach 48 Stunden, in Zimmertemperatur nach 5—6 Tagen). Fruchtträger einfach, von den jeweiligen Enden der Stolonen sich erhebend. Zuweilen ausschliessliche Ursache sehr langdauernder Otomycose; am besten bei Körperwärme gedeihend.

M. (Eumucor) pusillus Lindt. Mycel mäusegrau, ohne Stolonen. Fruchtträger kaum 1 mm lang, Sporangium schwarz mit ovaler oder kugliger Columella. Sporen farblos, sehr klein, 3 bis 3,5 μ. Der Pilz gedeiht erst von 24—25 ° C. an, am besten bei 45 ° C., nicht mehr bei 50—58 ° C. Auf Weissbrot gefunden und bei Mycosen.

M. septatus Siebenmann. Sporen gelb bis bräunlich, kuglig oder ellipsoidisch, glatt, 2,5—4 μ. Sporangienträger meist traubig verzweigt. Als Urheber von Otomycose beobachtet.

§ 51. Phycomyces mit einerlei Sporangien auf unverzweigtem Träger. Zygosporenbildung durch Kopulation aufsteigender zangenartig copulirender Aeste. Suspensoren mit stachelartigen Auswüchsen.

Ph. nitens (Agardh) Sprengel (Ph. splendens Fr.), Fruchtträger steif aufrecht, 10—30 cm hoch, 100—150 μ dick, braun, glänzend. Sporangien kuglig, bis 1 mm Durchmesser, schwarz. Peridium glatt, erst gelb, dann braun, metallisch glänzend. Columella cylindrisch. Sporen elliptisch, 17—30 μ lang, 10—15 μ breit, dickhäutig, mit gelbrothem Inhalt. Zygosporen bis 300 μ, schwarz; Suspensoren in der Nähe der Zygosporen mit mehrfach dichotom verzweigten, stachelartigen, braunen Fortsätzen bedeckt, die zum Theil die Zygosporen umhüllen. Auf fettigen Stoffen, Oelkuchen, Palmölmasse etc.

Ph. splendens Smith auf Kartoffeln, Sägespähnen, Kokosnussabfällen. Mycelfäden so dick wie ein Rosshaar oder dicker, von prächtig metallischem Aussehen (Gardener's Chronicle 1886, Vol. XXV., p. 824, Fig. 184).

Versuche mit Phycomyces nitens etc. über die Reizbarkeit im Pflanzenreich.

Die Lebensäusserungen des pflanzlichen Protoplasmas sind bei den höheren chlorophyllhaltigen Pflanzen die gleichen wie bei den niederen Organismen, da aber die letzterem von einfacherem Bau, lassen sich an ihnen diese Aeusserungen in ihrer Gesetzmässigkeit

am ersten feststellen. Ein besonders geeignetes Objekt, die Wirkung der verschiedenen Reize zu studiren und Anderen vor Augen zu führen, ist der Phycomyces nitens und sind einige andere Mucorineen, die von jeher zu diesen Versuchen herangezogen worden sind. Wir können es uns nicht versagen, auf einige dieser Versuche und Untersuchungen hier etwas näher einzugehen.

Die Empfindlichkeit gegen das Licht ist besonders deutlich und rasch bei Phycomyces nitens, den Fruchtträgern von Mucor Mucedo, Pilobolus crystallinus, P. microsporus etc. zu sehen. Stellt man Kulturen dieser Pilze an das Fenster, so wenden sich die Fruchtträger sehr bestimmt und bald nach diesem zu. Bei Pilobolus werden die Sporangien überhaupt nur auf der Fensterseite gebildet und die die Kultur deckende Glasglocke wird nur an der der Lichtseite zugerichteten Wand von den Hüten des Pilzes (Mittags zwischen 11 und 12 Uhr) beworfen. Die Wirkung der verschiedenen Strahlensorten ist gleichfalls experimentell leicht festzustellen. Die stärker lichtbrechenden, violetten und blauen Strahlen bewirken starke Lichtwendigkeit (positiven Heliotropismus). Während aber z. B. bei Pilobolus microsporus auch die Strahlen geringerer Brechbarkeit (Kultur hinter einer Lösung von doppelchromsaurem Kali) intensiven, positiven Heliotropismus hervorrufen, sind andere Pilobolusarten und Mucor Mucedo gegen diese Strahlen völlig unempfindlich. Von besonderem Interesse ist es, dass die Untersuchungen an Phycomyces nitens und anderen niederen Organismen die Gültigkeit des sogen. Weber-Fechner'schen psychophysischen Gesetzes, welches die quantitative Abhängigkeit der Empfindungen von den sie verursachenden Reizen im Bereich des menschlichen und thierischen Empfindens feststellt, auch in Bezug auf Reiz und Empfindung des pflanzlichen Protoplasmas bestätigt haben. Nach diesem Gesetz bleibt der Reizunterschied, der eben noch den Eintritt einer Reaction (Empfindung) bewirkt, die „Reizschwelle“ Fechner's, dem Verhältnis der Einzelreize immer proportional. Oder — was dasselbe ist — die Reactionen stehen im Verhältniss der Logarithmen der sie bewirkenden Reize, wenn man letztere auf den Schwellenwerth als Einheit bezieht. Oder schliesslich: die Grössen der Reactionen bilden eine arithmetische Reihe, wenn die zugehörigen Reize eine geometrische Reihe bilden. Pfeffer hatte das Weber-Fechner-sche Gesetz bezüglich der chemischen Anziehung der Apfelsäure auf die Spermatozöen der Farne bestätigt gefunden. Bringt man einseitig geschlossene Glasröhrchen mit Apfelsäurelösungen ge-

eigneter Konzentration in einen die Schwärmsporen enthaltenden Behälter, so schwärmen die letzteren in die Röhrchen hinein. Pfeffer hat nun festgestellt, dass ein solches Einschwärmen immer dann eben noch stattfindet, wenn die Apfelsäurelösung in der Röhre die 30fache Konzentration der Aussenflüssigkeit hat. Es steht also hier der Reizzuwachs, durch den eine eben merkliche Anziehung erreicht wird, immer in gleichem Verhältniss zu der Reizgrösse, zu welcher sie hinzukommt. Jean Massart hat in Bezug auf Lichtreize bei unserem Phycomyces nitens das Weber-Fechner'sche Gesetz bestätigt gefunden. Das Verhältniss der Lichtdifferenz, welche von diesem Pilz durch Krümmung beantwortet wird, zur Lichtquelle ist hier stets 1,18, oder der Lichtunterschied, gegen den der Phycomyces eben noch empfindlich ist, beträgt constant 18 : 100. — Die negative hydrotropische Bewegung der Fruchtträger von Phycomyces nitens, das heisst seine Bewegung von wasserreichen Medien hinweg, hat Wortmann in folgender Weise nachgewiesen (nach Zopf): „Auf einem feuchten Brotstück wurden unter Lichtabschluss Fruchtträger erzogen, die, wenn sie 1—2 cm Länge erreicht hatten, bis auf 1—3 vorsichtig zur Seite gebogen wurden, worauf eine in der Mitte mit ganz enger Oeffnung versehene Glasplatte so auf das Substrat gelegt wurde, dass ein intakter Träger aus der Oeffnung hervorragte. Unmittelbar neben derselben befand sich eine senkrecht auf der Glasplatte stehende ziemlich dicke, aufgekittete, mit Wasser völlig durchtränkte Scheibe. Der Fruchtträger befand sich demnach in unmittelbarer Nähe einer feuchten Fläche, während die Wirkung der Feuchtigkeit des Substrates durch jene Glasplatte aufgehoben war. Ueber die ganze Einrichtung stülpte man einen grossen schwarzen Pappcylinder. Nach wenigen Stunden konnte man nun beobachten, dass der Fruchtträger sich deutlich von der feuchten Fläche weggekrümmt hatte. War er mit der feuchten Fläche in Berührung gekommen, so betrug der Ablenkungswinkel beinahe 90°. Dass nicht die Masse der Pappscheibe die Ablenkung bewirkte, sondern nur die ungleiche Vertheilung der Feuchtigkeit auf beiden Seiten des Fruchtträgers, wurde dadurch bewiesen, dass, wenn man denselben neben einer trocknen Pappscheibe emporwachsen liess, nicht die geringste Krümmung eintrat. Modificirte man den Versuch in dem Sinne, dass die Pappscheibe anstatt der senkrechten Lage eine dem Fruchtträger zugeneigte oder auch eine mit der Glasplatte parallele Lage einnahm, so trat, nachdem der Träger die Pappe berührt, ebenfalls

eine Ablenkung ein.“ Nach Wortmann wäre auch das anfänglich senkrechte Herauswachsen der Fruchtträger von Phycomyces aus dem Substrat aus der gleichmässig von allen Seiten her wirkenden Feuchtigkeit zu erklären. — Der negative Geotropismus, d. h. das Wachsthum der Schwerkraft entgegen, ist aber gleichfalls durch Wortmann u. A. für die Sporangienträger des Phycomyces constatirt worden, so dass das Herauswachsen aus dem Substrat auch ohne Wirkung der Feuchtigkeit bewirkt wird. Die Eigenschaft wachsender Pflanzentheile, zu einer strömenden Flüssigkeit eine bestimmte Richtung einzunehmen, die Jönssen als Rheotropismus bezeichnet hat, kommt gleichfalls den Mucorineen zu und zwar sind die Mycelien von' Mucor und Phycomyces positiv rheotrop, während das Mycel von Botrytis negativ rheotropisch ist. Säet man die Sporen dieser Pilze auf Löschpapier, durch welches (aus einem höher gestellten Gefäss in ein tiefer stehendes) eine geeignete Nährflüssigkeit hindurchsickert, so wächst das daraus entspringende Mycel bei den ersteren beiden Pilzen mit dem Strom, bei Botrytis dem Strom entgegen (vergl. die von Stahl beschriebenen rheotropen Bewegungen der Schleimpilze).

Reizt man einen jungen Hopfentrieb, einen wachsenden Bohnen- oder Windenstengel oder eine Ranke einseitig durch Berührung, so krümmen sie sich nach der gereizten Stelle zu — eine Eigenthümlichkeit, die bekanntlich mit dem Nutationsvermögen zusammen das Winden und Klettern dieser Pflanzen erklärt. Errera hat nun zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass der Fruchtträger von Phycomyces nitens, wenn er einseitig in der wachsenden Zone berührt wird, gleichfalls nach der berührten Seite zu eine Krümmung erleidet. Wortmann hat für diesen Haptotropismus (wie Errera die Erscheinung nennt) die Erklärung gefunden, indem er an wachsenden Fruchtträgern durch leise, andauernde Berührung mit Glasfäden die Krümmung verursachte. Er fand, dass an der berührten Stelle eine deutliche Plasmaansammlung und infolge dessen ein stärkeres Dickenwachsthum stattfand, als an der gegenüberliegenden Seite, durch den Turgordruck wird dann die verdünnte Zellwand stärker gedehnt, daher länger als die verdickte kürzer bleibende. Hieraus folgt aber mit Notwendigkeit die Krümmung des Fruchtträgers, dessen Concavität an der verdickten Membranstelle liegt.

Die hier bei Phycomyces beobachteten Vorgänge bringen die entsprechenden Vorgänge bei den höheren Planzen unserem Verständniss gleichfalls näher.

Dass es übrigens auch Pilzhyphen giebt, die durch Nutation und positiven Haptotropismus eine Stütze umwinden, zeigt der von mir aufgefundene Fall einer mikroskopischen Schlingpflanze, des einer anderen Pilzabtheilung zugehörigen Pilzes Heterobotrys paradoxa Sacc., den ich auf der südaustralischen Euphorbiacee Bertya rotundifolia fand und der die Seitenäste der dichtstehenden Stern- oder Büschelhaare dieser Pflanze ganz regelrecht umwindet; und zwar fanden die Windungen dieses Schlingpilzes fast ausnahmslos linksum statt. (Die schraubenzieherartigen Initialen der Fruchtkörper von Eurotium, Penicillium u. a. Ascomyceten gehören wohl gleichfalls hierher.)

§ 52. Sporodinia, Gabelkopfschimmel. Sporangien und Zygosporen auf wiederholt gablig verzweigten Trägern. Columella gross, halbkuglig. Sporodinia Aspergillus (Sp. grandis Link, Syzygites megalocarpus Ehrenb., Asp. maximus Lk. Mucor flavidus Pers.) ist im Sommer und Herbst häufig auf fleischigen Hutpilzen (Agaricus, Russula, Lactarius, Boletus, Hydnum etc.).

Thamnidium, Strauchschimmel, bildet ausser grossen Endsporangien mit Columella auf wirtelig gestellten Seitenzweigen columellalose Sporangiolen mit einer oder wenigen Sporen. Zuweilen nur Endsporangium vorhanden. Zygosporen wie bei Mucor. Th. elegans Link, Th. Fresenii auf Pferdemist, Kartoffeln etc.

Pilobolus, Hutwerfer, Pillenträger. Fruchtträger einfach, keulenförmig, blasig angeschwollen, Sporangium mit Columella, im oberen Theile mit cuticularisirter gefärbter Peridie (Kappe). Bei der Reife platzt der Fruchtträger und schleudert das dunkle Sporangium weit weg. Mycel vom Fruchtträger durch Querwand getrennt.

P. crystallinus (Wiggers) Tode, häufig auf Kuh- und Pferdemist. Fruchtträger 5—7 mm hoch, oben angeschwollen, etwa doppelt so breit als das Sporangium. Letzteres mit blauschwarzer Kappe, die meist durch hellere Linien in sechseckige Felder getheilt erscheint. Columella schwärzlich, Sporen elliptisch, 7—10 μ lang, 4,5—6 μ breit, farblos.

P. roridus (Bellon) van Tiegh. (microsporus Klein. Fruchtträger bis 1 oder 2 cm hoch, Anschwellung dreimal so breit als das etwa 200 μ breite Sporangium. Kappe blauschwarz, glatt, Columella schwärzlich, kegelförmig. Sporen elliptisch, 6—8 μ lang, 3—4 μ breit. An gleichem Orte, wie der vorige und folgende.

P. Kleinii van Tiegh. Aehnlich dem P. crystallinus, aber

Kappe gleichmässig schwärzlich, feinwarzig. Sporen breit elliptisch, fast kuglig, 12—13 µ lang, 6—9 µ breit.

P. oedipus Mont. Fruchtträger nur 1—2 mm hoch, unten zwiebelförmig, oben eiförmig angeschwollen, mit rothgelbem Inhalt. Sporangien gross, so breit wie die Anschwellung, bis 400 µ, schwärzlich. Sporen kuglig, 10—14 µ, mit lebhaft gelbrothem Inhalt. Auch auf faulenden Pflanzen (Algen etc.). Sonstige Arten P. longipes van Tiegh, P. exiguus Bainier. P. anomalus Brefeld.

Pilaira. Aehnlich der Gattung Pilobolus, aber Mycel nicht vom Fruchtträger abgegrenzt, Fruchtträger verlängert, cylindrisch. Sporangium kuglig, zerfliessend, wird nicht abgeschleudert. Zygosporen zwischen zangenartig kopulirenden Aesten.

P. anomala (Cesati) Schröt. (P. Cesatii van Tiegh.) Columella fast farblos, gross. Sporen elliptisch, 8—10 µ lang, 6 µ breit.

P. nigrescens van Tiegh. Columella kegelförmig, schwärzlich. Sporen kuglig, 5—6 µ im Durchmesser.

Die Gattungen Herpocladium (mit rankenden, gleich dicken Fruchtträgern und zahlreichen einzeln stehenden gleich dicken, fast spiraligen Seitenästen mit kugligen Sporangien. — H. circinans Schröt.) auf Hasenmist, Moosen, Zweigen in dessen Nähe, vom November bis Januar) und Mortierella haben Sporangien ohne Columella.

Mortierella. Das sehr dünnfädige, vielfach anastomosirende Mycel treibt stolonenartige Aeste, die an den Berührungsstellen mit dem Substrat ein stark entwickeltes Haftorgan (Rhizoiden) bildet und einen oder mehrere über der Basis stark verdickte, nach oben pfriemlich verschmälerte Fruchtträger mit kugligem Sporangium in die Luft entsenden. Ausserdem werden Oidien und an kurzen Seitenzweigen dickwandige Conidien gebildet. Von den zangenartig zusammengeneigten Zygosporenträgern entspringen zahlreiche, sich verzweigende, querwandlos bleibende Hyphen, die sich später so zusammenschliessen, dass sie eine dichte, mächtige Hülle um die Zygospore bilden (Choanephoreen).

Mortierella Rostafinskii Bref. auf Pferdemist, mit unverzweigten Sporangienträgern. Sporangium farblos, oben zart und bei der Reife leicht verquellend, unten derb und nach Entleerung der Sporen kragenartig zurückgeklappt. Sporen ellipsoidisch, 6 µ lang, 5 µ breit, Rhizoiden oft eine mächtige Hülle um die Basis der Sporangienträger bildend. Zygosporenfrüchte mit der Hülle gelbbraune Knöllchen von 1—2 mm Durchmesser darstellend. Die Hülle ist

analog der Rhizoidenbildung am Grund des Sporangienträgers (vgl. die einfachen Früchte der Gymnoasci).

M. simplex van Tiegh. et Le Monnier auf modernden Zweigen etc.

Sporangium farblos, auf 700—1000 μ hohem Fruchtträger, kuglig. Sporen kuglig, glatt, 10 μ. Conidien kuglig mit kegelförmigen Höckern, bis 16 μ.

M. polycephala Coemans auf Mist, modernden Vegetabilien etc.

Fruchtträger verzweigt, am Ende mit grossem, kugligem Sporangium, über der Mitte mit kurzen Seitenzweigen, welche kleinere Sporangien tragen. Sporen kuglig, farblos, 10—12 μ. Conidien mit dicht stachelig punktirter Membran, kuglig, bis 20 μ im Durchmesser.

M. candelabrum van Tiegh. (Sporen kurz, elliptisch oder kuglig, 5—6 μ lang, 3—5 μ breit) und M. nigrescens van Tiegh. (Sporen lang, elliptisch, 6—8 μ lang, 2—3 μ breit), auf modernden Hutpilzen (ersterer auf Amaniten, Lepiota procera etc., letzterer auf Paxillus involutus). M. Bainieri Costantin.

2. Familie. Chaetocladiaceen.

§ 53. Nur Conidien (Schliesssporangien) an verzweigten Seitenästen. Zygosporen zwischen den zweizelligen Suspensoren. Auf anderen Mucorineen.

Chaetocladium Jonesii Fres. Das rankende Mycel durch sackartige Rhizoiden an den Mucorfäden befestigt. Conidien auf wirtelig gestellten mehrfach verzweigten Aesten. Ende der Wirbeläste und Zweige in haarartige Spitzen auslaufend. Conidien kuglig, 6,5—10 μ. Grau.

Ch. Brefeldii van Tiegh. et Le Monnier. Conidien 3—5 μ, grau. Zygosporen kuglig, 40—50 μ, hellbraun mit unregelmässig gewundenen Leisten besetzt. Suspensoren bauchig. Beide Arten auf Mucor Mucedo.

3. Familie. Piptocephalideen.

Nur Conidien, die aber mehrzellig sind. Kopulation zangenartig aufsteigender Aeste. Während bei den Mucoraceen und Chaetocladiaceen bis zuletzt zwei einzellige Suspensoren und eine Zygosporenzelle vorhanden sind, wird hier die Zygospore als Aussackung der Kopulationszellen gebildet, so dass fünf Zellen vorhanden sind.

Parasiten von Mucorineen. Bei Piptocephalis sind die Fruchtträger mehrfach dichotom verzweigt, bei Syncephalis ungetheilt und bei Syncephalastrum doldig verzweigt. Bei letzterem fehlen die bei Syncephalis vorhandenen Rhizoiden.

Piptocephalis Freseniana De By. et Woron. auf Mucor Mucedo mit dichtstachligen gelben Zygosporen. P. corymbifer Vuill. — Syncephalastrum racemosum Cohn auf Aspergillus Oryzae.

Syncephalis cordata van Tiegh. Fruchtträger 2—3 mm hoch. S. nodosa van Tiegh. Fruchtträger bis 120 μ hoch, ebenso bei S. reflexa van Tiegh., S. cornu van Tiegh.

Die Pilze und die Blattschneiderameisen.

§ 54. Im tropischen und subtropischen Amerika, wo die „Ameisenpflanzen“, d. h. die Pflanzen, welche durch besondere Anpassungen eine regelmässige Schutzgarde von Ameisen gegen die Angriffe der Insektenwelt an sich ketten, in besonderer Häufigkeit zur Entwicklung gekommen sind, sind die gefährlichsten Feinde der Pflanzenwelt, gegen die diese Schutzameisen besonders wirksam sind, eine Gruppe von anderen Ameisen, den sogen. Blattschneidern. Ihr Wirken ist eingehender geschildert in dem Werke von A. F. W. Schimper, Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika (Jena 1888, p. 8 u. ff.): „Jeder Reisende im tropischen Amerika“, so berichtet Schimper, „wird bald nach seiner Ankunft, im Wald oder in einem Garten, durch den Anblick eines wandernden Stroms von Blattstücken, die sowohl vom Laube als auch von Blüthen herrühren können, überrascht. Die Fragmente, welche höchstens die Grösse von Zehnpfennigstücken besitzen und von 3 oder 4, theils convexen, theils concaven Seiten begrenzt sind, stehen einzeln auf den Köpfen von Ameisen, die sich in schlangenartiger Colonne bewegen. Inmitten und an den Seiten der blättertragenden Schaar sehen wir andere Ameisen derselben Art unbelastet in entgegengesetzter Richtung gehen. Die mit Blattstücken versehenen Ameisen begeben sich nach dem Neste, die anderen nach der Stätte der Plünderung. Folgen wir den unbelasteten Ameisen, so gelangen wir schliesslich zu einem Strauch oder Baume, seltener zu einem krautartigen Gewächs, dessen Laub über und über von den kleinen, braunen Geschöpfen bedeckt erscheint. Dieselben sind eifrig damit beschäftigt, mit ihren scheerenartigen Kinnbacken Stücke aus dem Rande der

Blätter herauszuschneiden; ist die Operation, welche etwa 1 bis 2 Minuten dauert, fertig, so stellen sie das Stück mit einem Ruck senkrecht auf den Kopf und schliessen sich der heimkehrenden Schaar an. Stärkere Rippen, alte, hart gewordene und ganz junge, noch nicht entfaltete Blätter bleiben allein verschont, so dass ein von den Blattschneidern heimgesuchtes Gewächs bald nur noch ein elendes Gerippe darstellt. ... Folgen wir der heimkehrenden Schaar, so werden wir schliesslich das von der Stätte der Plünderung oft weit entfernte Nest erreichen, welches, je nach der Art, gewisse Unterschiede zeigt. Dasjenige der in Brasilien besonders gefürchteten Saívba (Atta s. Oecodoma cephalotes) besteht aus einem Labyrinth unterirdischer Gallerieen, die von einer flachen, aber oft über 100 Fuss im Umfang messenden Erdkuppe überwölbt sind. Die Kuppe ist mit Oeffnungen versehen, in welche die Ameisen mit ihren Lasten verschwinden. ... Die Blattschneiderameise, die ich auf den westindischen Inseln Dominica und Trinidad beobachtete, sah ich hin und wieder in Oeffnungen des Bodens verschwinden. Ganz anders verhält sich die einzige Art, die ich in der Umgebung von Blumenau beobachtete, Atta hystrix. Dieselbe bildet aus den Blattstücken grosse Haufen, die an Gestalt und Grösse denjenigen unserer Waldameisen ähnlich aussehen, im Innern aber allmählich in schwarzen Humus übergehen. Ich sah die Ameisen in diesen Haufen wimmeln, ohne den Zweck ihres emsigen Treibens zu erkennen". Wozu dient nun die ungeheure Menge von Laub und Blüthenstücken, welche die Ameisen heimbringen? Belt hat zuerst die Ansicht vertreten, dass sich die Ameisen von den in den verwesenden Blättern sich entwickelnden Schimmelpilzen ernähren, also eine Art Pilzzucht treiben, und Fritz Müller ist zu dem gleichen Resultat gekommen. Ueber neuere Untersuchungen, welche die sehr interessanten Beziehungen der Blattschneiderameisen zu den auch von Schimper beobachteten Pilzen verfolgen, kann leider hier noch nicht berichtet werden, doch dürften dieselben bereits zum Abschluss gebracht worden sein.

Am meisten zu leiden haben von den Blattschneidern im Allgemeinen nicht einheimische (daher nicht durch Anpassung geschützte) kultivirte, aus der alten Welt stammende Gewächse, namentlich Orangen, Granatbäume, Rosen, Mango, Kohl, Kaffee.

Da, wo die Blattschneider häufiger sind, ist die Landwirthschaft gefährdet, stellenweise sogar ganz unmöglich gemacht. Ge-

setze, welche in Brasilien zu ihrer Vertilgung angeordnet sind, waren bisher ohne grossen Erfolg.

II. Unterordnung: Entomophthorei.

§ 55. Die Gruppe der „Insektenvertilger", deren bekanntester Vertreter der Urheber der Herbstseuche unserer Stubenfliege ist, besteht der Hauptsache nach aus Arten, welche sich dem parasitischen Leben in Insekten angepasst haben. Am häufigsten findet man die von ihnen befallenen Insekten an der Unterseite von Blättern, Pilzen, an Zäunen etc. haften und mögen von den an Pflanzen haftenden Fliegen aus dann solche Arten zur Ausbildung gelangt sein, die selbst auf Pflanzen schmarotzen, wie Conidiobolus auf dem Judasohrpilz, Completoria auf Farnprothallien, wie auch von den Insektenvertilgern aus die Formen ihren Ursprung genommen haben dürften, welche auf den Excrementen insektenfressender Thiere zur Entwicklung gelangen (Basidiobolus). Das reich entwickelte Mycelium erzeugt an der Spitze einzelliger Schläuche Conidien, die nach der Reife abgeschleudert werden, ausserdem werden Dauersporen durch Kopulation zweier Zellen (desselben Fadens oder verschiedener Fäden) gebildet oder dieselben entstehen ungeschlechtlich (Azygospore). Conidien wie Dauersporen keimen durch Keimschläuche. Bei manchen Arten treten hefeartige Sprossungen auf, die sich durch den Thierkörper verbreiten. In anderen Fällen werden lange, verzweigte Mycelschläuche gebildet, die den Körper völlig ausfüllen und zum Theil von diesem aus als „Haftfasern" das Thier an die Unterlage befestigen. Vom Mycel gehen einfache, aufrechte Fruchthyphen aus, die einfach bleiben oder oben sich in büschelige Zweige theilen. Die Fruchtträger oder ihre Aeste sind an dem conidientragenden Ende angeschwollen; sie bilden auf dem Thierkörper, nach ihrem Hervortreten aus ihm, eine zusammenhängende Schicht (Hymenium). Zuweilen bildet das Ende verzweigter Fruchtkörper eine unfruchtbare Hyphe (Paraphyse) zu besonderer Länge aus. Der Conidienträger wölbt sich häufig am Scheitel gegen die Conidie vor (Columellabildung). — Die Ausschleuderung der Sporen geht in verschiedener Weise vor sich. Bei Empusa Muscae platzt der Conidienträger unter der Conidie auf, und sein Protoplasma wird dabei herausgespritzt, so dass es die Conidie mit fortreisst. Bei anderen Arten (E. sphaerosperma) zerreisst der Träger nicht; die Conidie wird hier durch Vorwölbung der Columella ausgeschleudert; bei Basidiobolus (s. d.) findet ein doppelter Ausschleuderungsvorgang statt.

Die Zygosporenbildung geschieht ähnlich wie bei den Mucorineen und zwar bei Entomophthora und Conidiobolus durch Kopulation von Zellen verschiedener Hyphen, bei Basidiobolus durch Kopulation von Nachbarzellen desselben Fadens. Da, wo die geschlechtliche Fortpflanzung verloren gegangen, geschieht die Dauersporenbildung entweder durch Auszweigung, oder (bei Empusa Grylli) in der Weise, dass das Protoplasma aus der Mycelzelle heraustritt und sich mit einer Membran umgiebt. Die insektenbewohnenden Formen gehören zur Gattung Empusa, die in drei Unterabtheilungen, Entomophthora, Empusa, Lamia zerfällt. Nowakowski definirt die letzteren folgendermassen:

Entomophthora mit deutlicher oder verkümmerter Kopulation, Conidienträger verzweigt.

Empusa. Conidientragende Hyphen unverzweigt. Azygosporen von der bei E. Grylli erwähnten Bildungsart.

Lamia. Conidienträger verzweigt, Haftorgane, fadenförmiges Mycel, Dauersporen an der Spitze der Hyphen ähnlich wie die Conidien gebildet.

Von Tarichium sind nur Dauersporen bekannt, und diese haben warzige, undurchsichtige Wände.

Die Herbstseuche der Stubenfliege.

§ 56. Unsere lästige (in Neuseeland aber zur Vertreibung der blauen Schmeissfliege besonders eingeführte) Stubenfliege, die auch da, wo sie in geringer Zahl auftritt, kein so harmloser Hausgenosse ist, wie es scheinen möchte, vielmehr als Ueberträger der Tuberkelbacillen und anderer Infectionsstoffe, sowie als Zwischenträger der Hypopuslarven von Milben (Tyroglyphus), welche unsere Nahrungsmittel verderben und verunreinigen, mannigfache Schädigung verursacht, wird im Herbst oft plötzlich in grosser Zahl vernichtet durch eine Epizootie der Empusa muscae Cohn. Man findet dann die Fliegen oft zu Hunderten an Fenstern und Wänden kleben, an ersteren von einem hauchartigen Kranz der ausgeschleuderten Sporen umgeben. Das Mycel wuchert im Fliegenkörper, anfangs kurz elliptische, später wenig verzweigte, 9—11 μ breite Zellen bildend. Die Conidienträger brechen zwischen den Hinterleibsringen der Thiere hervor, die davon ganz verschimmelt erscheinen, sind einfach, oben keulenförmig, 20—28 μ dick und schnüren kuglige oder kurzeiförmige, etwas zugespitzte, glatte Conidien, 30—33 μ lang, 18—23 μ breit, ab, die durch besonderen Mechanismus

mehrere Zoll weit zugleich mit Plasmatröpfchen fortgeschleudert werden. Befinden sich gesunde Fliegen in der Nähe, so haften die klebrigen Geschosse an ihnen und bereiten auch ihnen den Tod. — Die Dauersporen hatte man lange vergeblich gesucht und durch Kultur zu erzielen versucht. Ein Zufall brachte G. Winter auf einen glücklichen und erfolgreichen Gedanken. Er berichtet darüber Folgendes: „Anfangs Oktober fand ich in lichtem, feuchtem Walde an einem Anthoxanthumhalm eine todte Fliege, die massenhaft Dauersporen enthielt. Nun war das zwar nicht Musca domestica, auch war die Conidienform in der Nähe nicht zu finden, aber es brachte mich dieser Fund doch auf den Gedanken, wo und unter welchen Umständen etwa die Dauersporen auch der Entomophthora muscae sich bilden könnten, nämlich in Fliegen, welche an feuchten Orten der Krankheit verfallen. Eine solche Lokalität fand sich in dem Mikroskopirsaal des Züricher Botan. Instituts, wo an den Doppelfenstern, durch das periodische Beschlagen derselben feucht gehalten, etwa 8—10 durch die Enthomophthora getödtete Fliegen sassen. Mehrere derselben zeigten nur die Conidienform, die unzweifelhaft zu E. muscae gehörte. Drei bargen in ihrer Körperhöhlung ein Mycel, das dem der genannten Art ganz gleich war, und dazwischen zahllose Dauersporen. Eine Fliege endlich trug beide Sporenformen zugleich.“ Die Dauersporen entstehen als seitliche oder terminale Aussackungen der fettreichen Mycelschläuche. Sie sind nach der Reife meist genau kuglig, farblos, mit gleichmässig dicker Membran versehen, reich an Fetttropfen. Mitunter ist die Spore an einer Seite in eine Art kurzen Stil ausgezogen, wodurch sie birnförmig erscheint. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 30 und 50 μ.

Ausser der Empusa muscae sind auf der Stubenfliege noch E. sphaerosperma, in Nordamerika noch E. Americana gefunden worden.

Die gleichfalls auf ihr gefundenen Laboulbeniaceen (der röthlichbraune, zwischen den Hinterleibsringen hervorbrechende Stigmatomyces Baeri Knoch) scheinen harmlose Parasiten zu sein, welche wenigstens keine Epidemieen erzeugen.

Die Empusaseuche der Schwebfliegen.

Eine bei Weitem tiefer gehende Gleichgewichtsstörung als die Krankheit der Stubenfliege ruft im Naturganzen die durch Empusa verursachte, gewaltig um sich greifende Epizootie der Syrphiden,

der Schwebfliegen, hervor. Berücksichtigt man, dass gerade diese die Bestäubungsvermittler einer grossen Anzahl von Blüthenpflanzen sind, und dass oft auf ganzen Wiesenkomplexen etc. keine einzige Schwebfliege übrig bleibt, die nicht an der Krankheit verendete, so kommt man zu dem Schluss, dass der Samenertrag sehr vieler Pflanzen zum Mindesten durch diese Epizootie ganz bedeutend herabgesetzt werden muss, dass einzelne ausschliesslich auf Fremdbestäubung und auf die Kreuzungsvermittlung der Syrphiden angewiesene Blumen durch die Empusa zeitweilig oder ganz aus einem Florenbezirk verdrängt werden können.

Diese durch Empusa muscae oder einen nahen Verwandten derselben verursachte Epizootie trat z. B. 1881 und die folgenden Jahre ausserordentlich verherrend um Greiz und Elsterberg unter den Fliegen der Wiesen etc., besonders den Syrphidengattungen Melithreptus, Melanostoma, Platycheirus etc., auf. Die Fliegen blieben in den Blüthen von Phleum pratense, Avena pubescens, Dactylis glomerata, Plantago lanceolata hängen, wo sie, theils Nahrung, theils Schutz und Ruhe suchend, vom Tod ereilt und festgeklebt wurden. Ganz besondere Anziehung aber hatten auf die empusakranken Fliegen die Blüthenstände von Molinia coerulea, in denen diese Fliegen zu Tausenden unförmlich aufgeschwollen gefunden wurden. Sie fanden sich häufig an den Antheren dieses Grases befestigt, noch häufiger aber mit dem Rüssel von den Deckspelzen eingeklemmt. Es machte den Eindruck, als ob sie, vom Durst gepeinigt, den Saft der Lodicula aufgesucht hätten und durch Aussaugen dieses beim Oeffnen der Grasblüthe thätigen Schwellkörpers ein Schliessen der Deckspelze bewirkt hätten, durch die sie eingeklemmt wurden.

Die gleiche Epizootie der Schwebfliegen wurde vier Jahre früher in Frankreich von Charles Brogniart und Maxime Cornu beobachtet, zunächst im Wald von Gisors (Depart. Eure), wo auf eine Kilometer weite Strecke die Blüthenstände der Molinia coerulea von den an der Empusa verendenden Schwebfliegen, die alle der Species Syrphus mellinus angehörten, stellenweise buchstäblich bedeckt waren. An mehreren Aehren der Molinia wurden über 150 Exemplare der Fliege gezählt. Mabille fand sodann im „Bois de Meudon“ Syrphus gracilis Meig. in grosser Zahl in dem Blüthenstand von Brachypodium silvaticum. Die grosse Zahl der der Epizootie erlegenen Fliegen erinnerte Brogniart und Cornu nur an eine Epizootie, die Planchon 1873 an den Blattläusen von Vicia sativa

beobachtete, die aber durch Empusa Planchoniana Cornu verursacht wird. Brogniart und Cornu beobachteten ferner eine ähnliche Epizootie, einer Scatophagaspecies am Meeresstrande (nahe Brucourt). Die Fliegen wurden hier durch den Wind leicht von den Gräsern hinweg geweht, doch zeigte eine eingehendere Beobachtung, dass der Tod hier, wo die Fliegen in den Blüthenständen von Psamma arenaria und Festuca arenaria verendeten, nicht weniger wüthete, als bei den Syrphiden. Die Fliegen hingen meist mit den Beinen fest, durch die sie sich in den Härchen der Blüthenspelzen festgeklammert hatten. Eine

Epizootie der Mycetophiliden

traf ich bei Greiz an den Pilzmücken Ende August. Sie wurde verursacht durch Empusa (Entomophthora) gloeospora Vuill., bei welcher das Exospor der Conidien von dem Endospor durch eine ziemlich starke Gallertlage getrennt ist und die unseptirten Hyphen mehrere Kerne in gleichmässigen Entfernungen besitzen. Die Mycetophilidenseuche tritt im August auf, wo sich die kleinen Pilzmückchen (mit zwei Nebenaugen, langen, schlanken, ringsum behaarten Fühlern und ohne Discoidalzelle im Flügelgeäder) auf der Unterseite verschiedener Hutpilze, wie Boletus felleus, Russula- und Lactariusarten etc. theils verendet, theils noch lebend, aber völlig apathisch, zum Theil mit aufgequollenem Leib und völlig verschimmelt (oft kommt noch eine Botrytisform dazu) vorfinden. Sie sitzen, wenn sie der Tod ereilt, mit meist ausgespreizten Flügeln auf der Schneide der Pilzlamellen oder an den Röhrenmündungen. Sehr häufig bedecken die verendeten Diptera auch die Blattunterseite der verschiedensten anderen Pflanzen in der nächsten Umgebung der Pilze. So fand ich sie in grosser Menge festgeklebt — ihre Ueberreste in Tausenden von Exemplaren auch noch im Oktober unter den Blättern der Heidelbeeren, der Brombeeren und Himbeeren, des Waldkreuzkrautes, verschiedener Farne, Bärlappe (Lycopodium complanatum) etc. Dem Pilzsammler ist es eine bekannte Thatsache, dass in manchen Jahren die grösseren Schwämme sehr wenig, in anderen allenthalben und durch und durch von Insektenlarven zerfressen werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dabei die die mycetophagen Insekten befallenden Pilzparasiten und darunter auch die Empusa gloeospora Vuill. eine wichtige Rolle spielen, und dass in den Jahren der Empusaepizootieen die Speisepilze dank jenen Infectionspilzen der Mycetophagen von Maden

mehr oder weniger frei bleiben. Dass man vor der Untersuchung der Pilzparasiten der Mycetophagen sich mit der Sporenform und -grösse der Pilzspecies, welche am Fundort von diesen Insekten besucht werden, bekannt zu machen hat, um Irrthümern aus dem Weg zu gehen, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Die Gewohnheit der empusakranken Insekten, an Pflanzen den letzten Halt zu suchen, giebt uns einen Fingerzeig, wo wir zu suchen haben, wenn wir die ohne Zweifel in grösserer Zahl, als bisher bekannt, auch bei uns vorkommenden Empusaarten näher studiren wollen.

Es empfiehlt sich, überall, wo man todte Insekten in einiger Menge den Pflanzentheilen (an der Unterseite) angeklebt findet, letztere zu untersuchen.

Nach Vuillemin werden die Conidien bei Empusa gloeospora nicht abgeschleudert, sondern fallen einfach ab.

Besonderen Nutzen für den Menschen haben die grossen, verheerenden Empusaseuchen, welche schädlichere oder ihm lästige Insekten heimsuchen, und es ist Aussicht vorhanden, dass der Mensch durch Reinkultur der betreffenden Empusapilze in der Folge derartige insektenvernichtende Seuchen selbst hervorrufen kann. Bail hat unter den Dungfliegen (Scatophaga stercoraria) um Danzig im Juni 1866 eine durch Enthomophthoreen verursachte Seuche von grosser Ausdehnung beobachtet. An Gräben und Wasserrändern fanden sich die zahllosen Leichen weithin an den verschiedensten Pflanzen festgeklammert, die Leiber angeschwollen, die Flügel ausgebreitet. 1884 im September wurde in Berlin am sogen. Landwehrkanal eine Entomophthoreenseuche der Schnaken (Culex) beobachtet; die Mauern und Gartenzäune waren so massenhaft von den Leichen bedeckt, dass sie davon graugrünlich erschienen.

Als 1868 die Forsteule (Noctua piniperda) Tausende von Morgen Kiefernwaldes bei Danzig, dann in Pommern, Posen, um Nürnberg vernichtete, ebenso als dieses Insekt 1883 und 1884 in den preussischen Forsten grossen Schaden anrichtete, trat plötzlich die Empusa Aulicae Reichardt derart epidemisch auf, dass in kürzester Frist fast alle Raupen getödtet waren. Ebenso wurde wiederholt, z. B. in den 60er Jahren in Schlesien, den Verheerungen der Wintersaateule (Agrotis segetum) auf Raps- und Roggenfeldern plötzlich Einhalt gethan durch Tarichium megaspermum Cohn

(Dauersporenform einer Empusa, vielleicht der in Amerika beobachtete E. virescens). Die durch diesen Pilz verursachte Krankheit, von Cohn als Schwarze Muscardine bezeichnet, wandelte die Raupen binnen kurzer Frist in kohlschwarze, verkrümmte, sporenerfüllte Mumien um. Eine andere Entomophthora verwandelte bei einem in Russland beobachteten grossen Raupenfrass dieselben Raupen in braunröthliche Mumien um. Nach dem Medicinalrath Dr. Hofmann in Regensburg trat in der Umgegend dieser Stadt auf Eulen (Cucullia Campanulae) eine „Röthelkrankheit" auf, welche gleichfalls durch eine Empusa verursacht werden dürfte.

Als 1879 im Scheitniger Park bei Breslau die Eichen durch die Raupen von Liparis dispar, L. chrysorhoea, Bombyx neustria kahlgefressen wurden, half kein Mittel, bis eine Empusa dem Raupenfrass Einhalt that.

Eine Entomophthoraseuche in Frankreich setzte 1888 den Verwüstungen der Plusia gamma auf Klee- und Luzernefeldern ein Ende. Ihre Verbreitung wurde durch eine Milbe begünstigt, die von Raupe zu Raupe wandelte. Empusa sphaerosperma Fresenius (E. radicans Brefeld) schützt unsere Gemüsefelder vor den Verheerungen des Kohlweisslings, Pieris Brassicae. Eine in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Landwirthschaft sehr schädliche Wanze, Blissus leucopterus („Chinch bug") wurde 1887 durch eine von Empusa Blissi Gilette verursachte Seuche heimgesucht, die sich rasch durch die verschiedensten Theile von Illinois, Minnesota, Ohio, Jowa verbreitete. Der Pilz wurde noch durch andere Krankheitserreger (Micrococcus insectorum Forbes und eine Botrytis) unterstützt.

Roland Thaxter führt in seiner Abhandlung „The Entomophthoreae of the United States" (Memoirs of the Boston Society of Nat. Hist. Vol. IV, November, VI, 1888) folgende Arten von Empusa auf:

Empusa muscae Cohn auf Musca domestica, Lucilia Caesar, Calliphora vomitoria, Syrphiden und anderen grösseren Fliegen in Europa, Nord- und Südamerika.

E. Culicis A. Braun befällt häufig (in Europa und Amerika) Arten von Culex und andere kleine Diptera.

E. Grylli (Fres.) Nowakowski (E. Calopteni Bessey) auf Raupen von Arctia, Orgyia nova, Heuschrecken etc., Ceuthophilus, Tipuliden in Europa und Amerika.

E. Tenthredinis (Fres.) auf den Afterraupen von Tenthredo und Scutellaria.

E. conglomerata (Sorokin?) auf Schnaken und deren Larven in Amerika, in Europa auf Culex.

E. apiculata Thaxter, bisher nur aus Amerika bekannt, auf den Raupen des Schmetterlings Hyphantria textor, auf entwickeltem Tortrix, Petrophora, zahlreichen kleinen Dipteren, Typhlocyba. Die Varietät major auch auf einem Käfer (Ptilodactyla serricollis). In Nord-Carolina haftet die Hyphantria auf der unteren Blattseite von Rhododendron.

E. Planchoniana (Cornu?) Thaxt., in Europa und Nordamerika an Blattläusen, auf Bidens und anderen Pflanzen.

E. papillata Thaxter bewohnt (in Amerika) kleine Diptera.

E. Caroliniana Thaxter auf Schnaken in Nord-Carolina.

E. (Triplosporium) Fresenii Nowakowski auf Aphis Craccae, auf Vicia sativa etc., in Europa auf Aphis mali, der Apfelbaumlaus und einigen anderen Aphiden, mit der anfänglich zu den Gregariniden gestellten Neozygites Aphidis nach Giard identisch.

E. (Tr.) lageniformis Thaxter, bisher nur in Amerika auf Aphis betulae gefunden.

E. (Entomophthora) Lampyridarum Thaxter, in Nord-Carolina auf dem Käfer Chauliognathus pensylvanicus.

E. (E.) geometralis Thaxter auf Spannern (Petrophora, Eupithecia, Thera (Amerika).

E. (E.) occidentalis Thaxter auf Aphiden von Betula populifera (Amerika).

E. (E.) sphaerosperma (Fres.), (E. radicans Bref., E. Phytonomi) auf sehr vielen Insekten. Von Schmetterlingen werden Weisslinge, Pieris, Colias philodice davon befallen, von Hautflüglern Ichneumoniden und die Bestäubungsvermittler vieler Blüthenpflanzen der Gattung Halictus; von Diptera: die Stubenfliege, eine andere Muscaart an der Unterseite von Rhododendron, zahlreiche kleine Culiciden, Mycetophiliden, Tipuliden etc. Bei Käfern traf Arthur den Pilz um Geneva (New-York) auf dem Kleewibel (clover weevil), Phytonomus punctatus, der in grosser Menge an der Epizootie zu Grunde ging. Von Hemiptera werden die Aphiden besonders durch diese Art befallen. Thaxter hat zwei durch den Pilz erzeugte Epizootien beobachtet, eine an kleinen Fliegen, die der Unterseite von Blättern angeheftet wurden, und eine zweite, die den Rosen- und Obstzüchtern sehr zu statten kam, um Kittery (Me. Nordam.), an den Blattspringern Typhlocyba mali und T. rosae. An Rosen-

sträuchern und Apfelbäumen zweier Gärten waren die Zweige buchstäblich bedeckt von den Leichen dieser Insekten. Von Neuropteren ist Limnophilus (?) in Schlesien und von Thripiden: Thrips auf Solidago von dieser Epizootie befallen worden.

E. (E.) Aphidis Hoffm. (E. ferruginea) auf den verschiedensten Arten von Blattläusen in Europa und Amerika. Winter fand auf Cornus sanguinea beide Fruchtformen im September und Oktober, die Blattläuse, welche die Conidienform trugen, waren hier hellbraun, die mit Dauersporen pechschwarz.

E. (E.) dipterigena Taxt. auf Tipuliden und Mycetophiliden in Nordamerika.

E. (E.) virescens Thaxt. trat im Mai 1884 epidemisch auf Agrotis fennica um Ottawa, Ontario (Nordamerika) auf, die Gärten und Felder in grosser Zahl befiel, und machte deren Verheerungen bald ein Ende.

E. (E.) Americana Thaxt. verursacht in New-England und North Carolina eine Epizootie unserer Stubenfliege (Musca domestica), der Schmeissfliege (M. vomitoria), der Lucilia Caesar etc. von Juni bis Oktober.

E. (E.) montana Thaxt., gleichfalls bisher nur in Nordamerika auf Chironomus sp.

E. (E.) echinospora Thaxt., in Nordamerika auf Sapromyza longipennis und anderen kleinen Dipteren.

E. (E.) sepulchralis Thaxt. auf Tipuliden in North Carolina, E. Tennessee.

E.(E.) variabilis Thaxt. auf winzigen Dipteren in North Carolina.

E. (E.) rhizospora Thaxt. auf verschiedenen Phryganiden (Nordamerika).

E. (E.) gracilis Thaxt. auf sehr kleinen Dipteren in North Carolina, häufig zusammen mit E. variabilis.

E. (E.) conica Nowakowski auf Chironomusarten und anderen kleinen Dipteren in Nordamerika und Europa.

In Amerika noch nicht beobachtete Arten:

E. Jassi Cohn auf Jassus sexnotatus, 1869 bei Scheitig bei Breslau in grosser Menge. Die todten Thiere hafteten den Grashalmen fest an, die vier Flügel wie zum Fluge ausgespreizt.

E. (E.) colorata Sorokin auf Heuschrecken etc.

E. (E.) Calliphorae Giard, wohl identisch mit E. (E.) muscivora Schröter, auf grösseren Fliegen in Wäldern und Gebüsch in Schlesien und Frankreich (vergl. Basidiobolus).

E. (E.) ovispora Nowakowski, auf Lonchaea vaginalis, Syrphiden, Sapromyza und anderen Fliegen.

E. (E.) curvispora Now., auf Simulia latipes.

E. gloeospora Vuill., um Greiz auf Mycetophiliden, in Frankreich.

E. (E.) Phryganeae Sorok., von Sorokin im Juni 1881 auf Phryganea grandis gefunden.

E. (E.) pelliculosa Sorok., auf Anthomyia pagana.

Tarichium uvellum Krassilstschik, auf Käferlarven.

Giard beschreibt noch Empusa (E.) saccharina Giard, auf Raupen von Euchelia Jacobaeae, E. Plusiae Giard, auf Raupen von Plusia gamma zugleich mit einer Milbe, die Tyroglyphus mycetophagus nahe steht und den Pilz überträgt, Metarhyzium Chrysorrheae Giard auf Raupen von Liparis Chrysorrhea u. M. (?) Leptophyei, auf Leptophyes punctatissima.

Hierher gehört nach Thaxter auch die Peck'sche Gattung Massospora, auf Cicada septendecem (Massospora cicadina Pck.).

§ 57. Die Gattung Basidiobolus besitzt ein reichlich entwickeltes Mycel und lebt saprophytisch auf Excrementen von Amphibien und Reptilien. Die Conidien werden mit dem oberen Theil der Basidie, dann von diesem selbst durch Vorwölbung eines spitzen Säulchens abgeschleudert. Die Dauersporen entstehen durch Kopulation zweier benachbarten Zellen derselben Hyphe. Die kopulirenden Zellen wachsen an der gemeinsamen Scheidewand anfangs zu schnabelartigen Auswüchsen empor, welche auch die spätere Dauerspore krönen. Basidobolus ranarum Eidam auf den Excrementen unserer Froscharten und der Laubfrösche im Oktober, November, April, Mai mit kugliger oder kurz eiförmiger Conidie (46 μ breit und 48 μ lang) und häufig kugliger Dauerspore (23 bis 43 μ).

Basidiobolus lacertae Eidam, auf Eidechsenexcrementen, hat schlankere Basidie, Conidie (5—36 μ lang, 13—33 μ breit), Dauersporen meist elliptisch, 31—40 μ breit, gelbbraun. Die Schnäbel der Dauersporen sind bei B. lacertae kurz, einzellig, aus breiter Basis plötlich spitz zulaufend, bei B. ranarum sind die Schnäbel lang, durch Querscheidewand zweitheilig.

Giard vermuthet, dass die Basidiobolusarten nur saprophytische Entwicklungsformen von Empusaarten darstellen. Basidiobolus ranarum hat nach ihm zweierlei verschieden gefärbte Dauer-

sporen, ganz so wie Empusa Colliphorae, welche damit identisch wäre. Giard fand an den Excrementen von Rana temporaria, Hyla arborea, Lacerta muralis, welche den Basidiobolus enthielten, enorme Quantitäten von Ueberbleibseln der Calliphora vomitoria. Im Verdauungskanal der Thiere fand er stets die Conidienform des Pilzes, während er an den Fliegen stets nur die Dauersporen fand. Er hält es für sicher, dass die Dauersporen der Empusa Calliphorae, die, durch den Pilz geschwächt, leicht eine Beute der Frösche und Laubfrösche wird und durch Verschlingen der Fliege in diese Thiere kommt, im Verdauungskanal auskeimt und sich auf den ausgestossenen Excrementen weiter entwickelt. Die Calliphora würde durch die Conidien inficirt, indem sie ihre Nahrung auf den Excrementen sucht; die Dauersporen wären unfähig, den Parasiten auf andere Dipteren zu übertragen. Da nun in der Fliege nur Dauersporen gebildet werden, so könnte die Epizootie nicht von Fliege zu Fliege, sondern nur von der saprophytischen Form aus auf neue Fliegen übertragen werden. Damit übereinstimmend fand Giard die Calliphoraepizootie zwar sehr verbreitet auf den Dünen von Wimereux, wo er auch die Basidiobolusexcremente etc. traf, dagegen nicht im Innern des Dorfes oder sonst unter den Fliegen im Innern der Städte.

Der Gattungsname Basidiobolus könnte dann für diejenigen Entomophtheen beibehalten werden, die erst durch saprophytische Aufzucht infectionstüchtig werden, in den Insekten aber nur Dauersporen bilden, die erst im Körper und auf den Excrementen anderer Thiere die Conidienform wieder erzeugen.

Die Gattung Conidiobolus lebt parasitisch auf Pilzen, kann aber auch saprophytisch leben. Die unverzweigten Conidienträger entstehen aufrecht an stark verzweigten Mycelien, die anfänglich einzellig, später auch in Theilstücke (Oidien) zerfallen. Die Conidien werden durch Spaltung der Scheidewand und Vorwölbung der Columella abgeschleudert. Die Dauersporen entstehen durch leiterförmige Kopulation zweier verschiedenen Hyphen in einer der letzteren.

Conidiobolus utriculosus Brefeld, mit birnförmigen Conidien, bis 35 μ breit, 50 μ lang und kugligen Zygosporen, mit glattem, fast farblosem Epispor und 60—100 μ im Durchmesser, wächst auf den Fruchtkörpern von Hirneola Auriculae Judae im Oktober und November.

Die Completoriakrankheit der Farnprothallien.

§ 58. Wie Conidiobolus, so tritt auch die Gattung Completoria als Pflanzenparasit, und zwar in den Vorkeimen der Farne unserer Gewächshäuser auf. Der Pilz, der in den Prothallien von Pteris cretica und Aspidium falcatum beobachtet und von da mit Erfolg auch auf zahlreiche andere Prothallien übertragen wurde, besitzt ein undeutliches, unregelmässig gelapptes Mycel, das einzelne Zellen des Prothalliums ganz ausfüllt. Von ihm aus gehen in die Nachbarzellen dünne, von der Membran der Zelle ein Stück weit scheidig umgebene Fortsätze. Die an die Aussenwand stossenden Aussackungen der einzigen bisher beobachteten Art, Completoria complens Lohde, durchbohren die Wandung und gliedern am Scheitel eine Conidie ab, die durch Vorwölbung einer Columella abgeschleudert wird, im Wasser aber sich nicht loslöst. Hier treiben die Conidien oder deren Träger direkt zu Keimfäden aus. Die Dauersporen entstehen ungeschlechtlich, indem sich der Plasmakörper des Pilzes in der Farnzelle zu einer oder mehreren Kugeln zusammenballt, die sich mit dreischichtiger Membran umgeben. Die Keimung der Dauersporen selbst wurde von Leitgeb, der die Entwicklung des Pilzes näher studirt hat, nicht beobachtet. Leitgeb vermuthete, dass Schwärmer gebildet werden, und stellte die Gattung in die Nähe der Peronosporen, zu denen sie in ähnlichem Verhältniss stehen sollte, wie die Chytridiaceen. Die neueren Bearbeiter der Entomophthoreen, Nowakowski und Thaxter, stellen jedoch die Gattung zu den Entomophthoreen.

Die Conidien bilden bei der Keimung blasige Anschwellungen, welche ein hyalines Zäpfchen in die Prothalliumzelle treiben und innen zum Mycel werden. Letzteres dringt nicht in den Plasmakörper der Zelle ein, sondern schiebt denselben nur zur Seite und vegetirt sein Leben lang in einer Einstülpung desselben.

II. Klasse: Hemiasci.

§ 59. Pilze, welche durch gegliedertes Mycel den Ascomyceten nahe stehen, durch die (noch nicht zum Ascus fortgeschrittenen) Sporangien von veränderlicher Sporenzahl, Form und Grösse sich aber noch den Phycomyceten nähern. Ausser der höchsten Fruchtform der Sporangien treten noch Oidien, Chlamydosporen und Conidien

auf, die in flüssigen Nährlösungen bis zur Erschöpfung der letzteren oft ausschliesslich Hefesprossungen bilden.

Bisher sind nur die Familien der Ascoideen, Protomyceten und Theleboleen als hierher gehörig erkannt worden.

Ascoidea rubescens Bref. et Lindau. Der Pilz wurde auf umgehauenen Buchen in dem Saftfluss aufgefunden, wo er dicke, röthlichbraune Massen von unregelmässigen Umrissen bildet. Conidien und Sporangien werden in abwechselnder Folge an den Enden der gegliederten Mycelien gebildet. Erstere werden von den fortwachsenden Hyphen zur Seite geschoben, worauf immer neue endständige Conidien gebildet werden. Die Pilzfäden scheinen daher später in traubigem Stand von den anfangs grösseren, später kleineren und dichter stehenden elliptischen Conidien ringsum besetzt. Bei dürftiger Ernährung wird das abgegliederte Ende zu einem vielsporigen Sporangium, das nicht zur Seite geschoben, sondern durch den fortwachsenden Faden entleert und dann durchwachsen wird. Indem letzterer am Ende immer von Neuem Sporangien bildet, erscheinen die Ueberreste der succesive entleerten älteren Sporangien dann als in einander geschachtelte Hüllen am Grund der neuen Sporangien oder des wieder zur Conidienbildung (bei neuer Nahrungszufuhr) übergehenden Pilzfadens. Die in Zwillingsform ausgebildeten Sporen wie die Conidien keimen wieder zu neuen Mycelien aus oder bilden sofort wieder in hefeähnlichen Sprossungen Conidien.

Vermuthlich finden sich in den Saftflüssen der Bäume noch andere Vertreter der Hemiasci.

Verwandtschaftlich schliesst sich Ascoidea rubescens durch die eigenthümliche Durchwachsung des entleerten Sporangiums an die niedersten Pilze: Chytridiaceen (Harpochytrium), Peronosporeen (Pythium), Saprolegniaceen (Saprolegnia) an.

Protomyces Ung.

Die Gattung Protomyces ist die zweite Form des hemiascen Typus, die auch in freien Sporangien fruktificirt, welche aber mit Chlamydosporen abwechseln. Das Mycel, welches intercellular im Gewebe lebender Pflanzen wuchert, bildet in seiner Continuität innerhalb der Nährpflanze reihenförmig die Chlamydosporen. Letztere stimmen ihrer Bildung nach mit den Chlamydosporen der Brandpilze überein und keimen in der Art aus, dass die Aussenhaut abgestossen wird, das Protoplasma in dem freien ausgestossenen Keimschlauch, dem Sporangium, sehr kleine Sporen bildet, die mit reichlichem Epiplasma

ausgeschleudert werden. Die Sporen sind oft schon in dem Epiplasma des Sporangiums zu zweien durch eine kurze Brücke fusionirt (ähnlich wie die Conidien der Brandpilze). In Nährlösungen bilden die Sporen endlose Generationen von Hefeconidien.

Protomyces macrosporus Ung. bildet an Stengeln, Blättern, Blattstielen etc. von Aegopodium Podagraria, Heracleum, Sphondylium, Chaerophyllum hirsutum etc. anfangs durchscheinende, blassgelbe, dann weisse, zuletzt bräunliche Schwielen, blasige Auftreibung und Verkrümmung der Blätter veranlassend. Die Chlamydosporen sind kuglig oder elliptisch, 40—80 μ lang, 35—60 μ breit, mit 5 μ dickem Epispor, gelblich, Inhalt farblos. Sporen stäbchenförmig, 2—2,2 μ lang, 1 μ breit. Der Pilz ist sehr verbreitet. Neuerdings erzeugte derselbe im Allgäu und um Partenkirchen eine weit verbreitete, in bedenklichem Grade auftretende Krankheit der Mohrrübenpflanzen, sowie des als Futterkraut wichtigen Mardaun, Meum Mutellina Gärtn.

P. pachydermus Thüm. bildet in ähnlicher Weise wie der vorige dicke, gelbliche Schwielen an der Oberfläche der Axen oder Blattstiele, aber auf Compositen, besonders Cichorieen. Am häufigsten findet er sich auf Taraxacum officinale. Seine Chlamydosporen sind sehr gross und mit sehr starker Membran versehen. Die eilänglichen Sporen, welche mit dem Epiplasma aus den Sporangien ejaculirt werden, sind 4—5 μ lang und 3—3,5 μ breit.

Protomyces giganteus Schröt. auf Hypochoeris in Südamerika, P. Martindalei Pk. auf Cuscuta Gronoviensis.

III. Klasse: Ascomyceten (Schlauchpilze).

§ 60. In dieser grössten Abtheilung des Pilzreiches, die gleich der der Hemiasci, wie auch aller folgenden Klassen der Eumyceten, jeglicher sexuellen Fortpflanzung entbehrt, vereinigen sich alle Formen, bei denen das Sporangium der Phycomyceten und Hemiasci, das bei letzteren aber noch in Form und Grösse weiten Schwankungen unterworfen war, zu bestimmter Grösse, Form und Sporenzahl fortgeschritten ist. Dieses hochentwickelte Sporangium mit 8, seltener 4 oder 16, 32, 64 Sporen, deren Zahl aber für die einzelne Species völlig konstant ist, heisst Ascus oder Sporenschlauch und bildet die Hauptfruchtform aller hierher gehörigen Pilze. Im Uebrigen herrscht

eine grosse Mannigfaltigkeit von Nebenfruchtformen, welche sich wohl zum Theil aus den Chlamydosporenfrüchten, zum anderen aus den Conidienträgern der Phycomyceten und Hemiasci ableiten lassen. Als Nebenfruchtform tritt das Sporangium, welches ja ursprünglich eine Fruchtform für das Wasserleben war, hier wie bei den Basidiomyceten nur noch in Form der endosporenbildenden Hefen auf, welche vordem als eine selbständige Abtheilung (Saccharomycetes) der Ascomyceten betrachtet wurden. Die Ascomyceten zerfallen in die zwei grossen Gruppen der Exoasci, welche ihre Asci direkt und frei auf den Mycelien bilden, und der Carpoasci, deren Asci in besonderen Fruchtkörpern gebildet werden.

I. Ordnung: Exoasci.

§ 61. Zu ihnen gehörten die Gattungen Endomyces, Taphrina (Exoascus), Ascocorticium. Endomyces bildet seine Asci frei an einem meist stark verzweigten, nicht endophytischen Mycelium.

Die Gattung Endomyces und die Saft- und Pilzflüsse der Bäume. Die Alkoholgährung und der weisse Schleimfluss lebender Bäume.

Im Jahre 1884 hatte ich zuerst an Eichen, dann an anderen Bäumen um Greiz eine Krankheitserscheinung lebender Bäume beobachtet, die damit beginnt, dass aus der Rinde an scheinbar unversehrten Stellen, wie auch aus alten Frostrissen, Astnarben, Bohrlöchern des Weidenbohrers etc. ein weisser Schaum hervorquillt, dessen Geruch ihn augenblicklich als das Produkt einer alkoholischen Gährung charakterisirt. Sticht man mit dem Messer in der Nähe der Gähröffnung in die Rinde, so kommen neue Schaummassen hervorgequollen. Später schwindet die Schaumbildung — die zu Anfang die Stämme fast handhoch bedeckt — mehr oder weniger und an ihrer Stelle oder sie begleitend tritt ein weisslicher, zuletzt öfter gelblicher und dann mehr gallertiger Schleim auf, der in grosser Menge an den Stämmen herabfliesst. Zu Anfang der Gährung tritt äusserlich ein reichverzweigter Hyphomycet — der Endomyces Magnusii Ludw. — auf, dessen Sprossungen die Hauptmasse des Gährungsschaumes bilden; die Hauptmasse des nachfolgenden Schleimes, in welchem die fädige Mycelform mehr und mehr zurücktritt, wird dann gebildet von Hefezellen und dem Leuconostoc Lagerheimii Ludw. (siehe da), welcher, die Hauptursache des Schleimflusses, sich oft weithin unter der äusseren Rinde der Bäume ver-

breitet, die Gewebe bis aufs Holz zerstörend, um an neuen Stellen mit den symbiontischen Gährungserregern und durch deren Vermittelung hervorzubrechen. Zuweilen wird die Rinde auf meterlange Strecken interminirt, häufiger aber kommen die Krankheitserreger bei feuchtem Wetter, wo die Gährung mit voller Ueppigkeit vor sich geht, an immer neuen entfernten, auch bisher unversehrten Stellen zum Durchbruch. An einmal inficirten Bäumen kehrt die Krankheit oft Jahre lang wieder und finden bei feuchter Witterung immer von Neuem Gährungs- und Schleimausbrüche statt. Hält die feuchte Witterung nur kurze Zeit an, so trocknen Schaum und Schleim bald ein, die Gähröffnung bleibt klein und vernarbt bald, jedoch verlieren die inneren Theile der Rinde, des Cambiums und — in selteneren Fällen — selbst des Holzes durch die Pilzwirkungen derartig an Substanz, dass die äussere Rinde einsinkt, schwärzlich wird und zuletzt abstirbt. Bei anhaltend feuchter Witterung vergrössert sich dagegen der Gährherd immer mehr, so dass unter Mitwirkung der nachfolgenden Spaltpilzgährungen und Fäulnisserscheinungen und der Larven saprophiler Insekten der Baum von der durch die Gährung gelockerten und zerfaserten Rinde auf grössere Strecken völlig entblösst wird. Die so bis auf das Holz entblössten Stellen der Bäume sind meist auch noch nach Jahren an der am Umfang zerfaserten Rinde kenntlich. Die Wundränder vernarben bald; neue Pilzmassen brechen aber nicht nur an anderen Stellen des Stammes (zuweilen gleichzeitig an 4—5 Stellen) hervor, sondern meist auch unter dem vernarbten Rande. Es wird dann die die alte Stelle umgrenzende Rindenschicht wiederholt bis auf eine gewisse Entfernung hin vernichtet, worauf von Neuem Vernarbung eintritt. Hierdurch entstehen oft eigenthümliche Vernarbungsfiguren, die für diese Krankheit der Bäume als Erkennungszeichen dienen können. Da die Krankheit krebsartig um sich greift, kann schliesslich der Untergang der Bäume herbeigeführt werden. Die Alkoholgährung und der weisse Schleimfluss treten bei Weitem am häufigsten bei Eichen auf, hier zuweilen ganze Alleen oder kleinere Bestände ergreifend, er findet sich aber auch nicht selten an Pappeln, Weiden, Birken, Ahornen, Eschen. Die Krankheit ist sehr verbreitet und zwar allem Anschein nach durch ganz Europa.

Die ersten Ausbrüche an den Eichen etc. finden fast mit phänologischer Pünktlichkeit nach der ersten Blüthe der Eberesche, fast gleichzeitig mit der ersten Blüthe des schwarzen Hollunders

(Sambucus nigra) statt, so z. B. um Greiz 1884 im Juni, 1886 am 17. Juni, 1887 am 13. Juni, 1888 am 12. Juni, 1889 allgemein am 12. Juni (an einem einzelnen Baum am 30. Mai). In Leipzig — im Vergleich zu welchem Greiz eine Verspätung der Aprilphasen von ca. 6 Tagen aufzuweisen hat — wurden die Eichenflüsse zuerst beobachtet 1888 am 9. Juni, 1889 am 28. Mai. Die Ausbrüche wiederholen sich bis in den Monat August.

Mikroskopisch ist die geschilderte Krankheitserscheinung dadurch charakterisirt, dass stets — in frischen Schleim- und Gährungsausbrüchen ausschliesslich — Endomyces Magnusii Ludw. (meist in der Oidienform und) mit Saccharomyces Ludwigii Hansen und Leuconostoc Lagerheimii Ludw. vorhanden sind.

Bei dem Aufsuchen neuer Bäume mit Alkoholgährung und Schleimfluss haben mir oft die Insekten den Weg gezeigt, sie sind es vor Allem, welche die Pilzelemente und damit die Krankheit — und auch die im Eichenschleim regelmässig vorhandenen Eichenälchen, Rhabditis dryophila — von Baum zu Baum verschleppen. Sehr regelmässig suchen Hirschkäfer und Hornissen die Gährstellen auf und äussert sich besonders an den ersteren die Wirkung des alkoholischen Getränkes in ähnlicher Weise, wie bei manchen Menschen: „erst fangen sie an zu krakehlen, dann taumeln sie vom Baume herunter, versuchen in drolliger Weise bald mit dem einen, bald mit dem andern Beine wieder zum Stehen zu kommen, wobei sie immer von Neuem umpurzeln; zuletzt verschlafen sie ihren Rausch.“ Hornissen sah ich an einzelnen isolirt stehenden Eichen tage- und wochenlang immer wiederkehren. Eine Hornisse beobachtete ich mehrere Tage lang, bis ihr eine vorübergehende Gefangenschaft (sie entwischte mir) den Besuch verleidete. Von Schmetterlingen gehen an den gährenden Bäumen zu Gaste Vanessa Jo, V. Atalanta, V. Antiopa, V. polychloros, V. Cardui.

Unter den zahlreichen Fliegen zeichnen sich durch regelmässigen Besuch Musca Caesar und Helomyza tigrina aus. Von Käfern finden sich ausser dem oben genannten Hirschkäfer besonders häufig unsere Cetoniaarten, die von Dalla Torre auch in Tirol in ganzen Ketten an den gährenden Eichen traf, ferner Silpha thoracica und in grosser Menge, oft zu Tausenden, die kleinen Staphyliniden Omalium rivulare etc., ferner die zu den Histeriden und Nitiduliden gehörigen Käferchen Soronia grisea, S. punctatissima, Ips quadriguttata, Rhizophagus bipustulatus, Byrrhus fascicularis, Epuraea strigata, E. aestiva, E. decemguttata. Ameisen,

Milben, Würmer, Schnecken ergänzen diese Fauna der gährenden und schleimflusskranken Bäume, die auch seitens der Zoologen eingehendere Untersuchung verdient, da sich hier allem Anschein nach besondere Anpassungen in der Lebensweise (Tagfalter, Silpha) oder gegenseitige Anpassungen (der Hypopuslarven einer häufig vorkommenden Milbe und des von mir entdeckten Rhabditis dryophila) an die Insekten, welche die Verbreitung der Krankheitspilze in erster Linie besorgen, dürften ausgebildet haben.

Endomyces Magnusii Ludw. Das Mycelium besteht in seiner üppigsten Entwicklung an den Eichen etc. wie in künstlichen Substraten (auf Bierwürze, Mohrrüben, Pflaumendekokt, Kirschsaft, Milch, Kartoffeln) aus starren, vielzelligen, reichverzweigten Hyphen und ist durch sein sehr charakteristisches Aussehen, die vorwiegend unilaterale Verzweigung und sehr konstante Anordnung der Zellwände leicht von anderen Pilzmycelien zu unterscheiden. Die Zellen der Hauptäste haben gewöhnlich eine Länge von 50—70 μ bei einem Durchmesser von 8—10 μ; doch kommen bedeutende Schwankungen vor, die sich oft an ein und derselben Hyphe verfolgen lassen. Sie sind am auffälligsten da, wo die Fäden dem Leuconostocschleime eingebettet sind und wo die Hefebildung im Gange ist. Hier, wie in gewissen Nährmedien (auf Milch und besonders im Himbeersaft) schwankte der Durchmesser der Hyphen nicht nur zwischen 4 und 9 μ, sondern er erreichte (z. B. im Himbeersaft mit Rohrzucker, wo die Leuconostocbildung am energischsten vor sich geht) zuweilen die unverhältnissmässig geringe Dicke von 2,5 μ. Plötzliche Verschmälerung des Sprossendes ist überhaupt häufig. Meist ist die Hauptaxe an der den Seitenästen entgegengesetzten Seite abgestuft, während die andere Seite sich in die des dünneren bald durch eine Zellwand abgegliederten Sprosses fortsetzt. Später findet man den verjüngten Hauptast zur Seite gedrängt durch einen unmittelbar unter der Verjüngung entspringenden stärkeren Seitenast, der die Fortsetzung der Hauptaxe zu bilden scheint. Die Zellwände, durch die beide abgegrenzt sind, bilden einen stumpfen Winkel mit einander, indem die sehr starken (scheinbaren) Seitenäste die schwach gekrümmte Hauptaxe unter einen ganz spitzen Winkel (zuweilen fast tangential) verlassen, wobei die vom Sprossende entfernteren an der Basis eingeschnürt, unten convex (wodurch die fortgebildete Hauptaxe zur Seite gedrückt) erscheinen. Die Verzweigung ist hiernach sympodial.

Die Fortpflanzung findet am häufigsten in der Weise statt, dass

sich die Mycelien in basipetaler Richtung an Haupt- und Seitenästen zergliedern, rundlich elliptische bis walzenförmige Oidien bilden. Die Oidienbildung findet sowohl an den in die Luft ragenden Zweigen wie an den in der Flüssigkeit befindlichen Mycelien, den stärkeren wie den dünnsten statt, so dass die Grösse der Oidien ausserordentlich schwankt. In manchen Nährlösungen findet eine endlose Oidienbildung statt. Vielfach tritt in den oidienbildenden Mycelien eine endogene Oidienbildung ein, indem die Membran der Fäden sich nicht an der Oidienbildung betheiligt, die durch Theilung des Inhaltes entstehenden Oidien eine neue Membran bilden und danach in der Zergliederung fortfahren. Es finden sich dann im Inneren der Zellfäden reihenweise angeordnete Oidien vor.

Das Vorkommen ähnlicher endloser Oidienreihen und — beim Favuspilz — endogener Oidien bei dem gewöhnlichen Milchschimmel, „Oidium lactis", und dem Herpes- und Favuspilz legten mir die Vermuthung nahe, dass auch diese zu einem der Exoasci gehören dürften, doch hat inzwischen Brefeld gezeigt, dass sowohl die Oidienbildung wie die bestimmte Form des Conidienträgers allein nicht zu derartigen Vermuthungen berechtigen, da die Oidienbildung den Pilzen der verschiedensten Abtheilungen gemein ist und auch Conidienträger ganz gleicher Art sich das eine Mal bei Basidiomyceten, das andere Mal bei Ascomyceten finden. Das Oidium lactis unterscheidet sich in kultureller Hinsicht wie in den Grössenverhältnissen ebenso wie Monilia candida Hansen etc. von dem Endomyces Magnusii, Oidium lactis gehört wahrscheinlich meist zu Basidiomyceten (Collybia etc.).

Eine sehr scharfgliederige (cylindrische) Querzergliederung des Endomycesmycels tritt zuweilen in dem Schleime der Eichen etc. wie auch in den im Himbeersaft untergetauchten Mycelien auf. Sie erinnert an ähnliche Zergliederungen mancher Bakterien (unter natürlichen Verhältnissen, wie besonders bei Behandlung mit Jod).

Die keimenden Endomycesoidien sind regelmässig am Ende verjüngt, oder bilden retortenartige, bajonnetförmige und andere barocke Formen.

Verhältnissmässig selten tritt — wohl bei ungünstigen Verhältnissen während der Ascusbildung — Chlamydosporenbildung ein.

Die Bildung der Hauptfruchtform der Ascen findet meist gegen Ende der Vegetation des Endomyces, besonders häufig da

statt, wo das Mycel in dem Schleim des Leuconostoc Lagerheimii eingebettet ist. Oft sind die in Letzterem befindlichen Zweige bereits dicht mit Ascen besetzt, während die in die Luft hineinragenden Zweige ein- und desselben Mycels noch Oidien abgliedern. Die Ascen entstehen als Anschwellungen an den Enden der Fäden. In dem dichten Inhalt ihrer blasenförmigen Anlagen zeigen sich regelmässig 4 Sporen, mit deren Ausbildung das körnige Epiplasma aufgebraucht ist. Nach vollendeter Ausbildung liegen die Sporen in den Schläuchen isolirt, von wässerigem, durchsichtigem Epiplasma umgeben, an der Oberfläche des Exospors zeigen sie warzenförmige Vorsprünge. Die Entleerung findet wahrscheinlich durch Auflösung des Ascus statt.

Brefeld ist es gelungen, von der einzelnen Oidie aus in Objektträgerkultur durch allmähliche Hintanhaltung der Oidienbildung, durch successiven Zusatz neuer Nährgelatine, Mycelien mit reiner Ascenbildung zu kultiviren, während in Nährlösungen fortgesetzt wieder Oidien entstanden.

Fusionirungen der Ascen mit benachbarten Zellen, welche vordem als Befruchtungsvorgänge irrthümlich gedeutet wurden, kommen ebenso wie Fusionirungen beliebiger anderer Elemente des Endomyces (Oidien etc.) unter einander vor. Durch diese Vorkommnisse liefert der Endomyces Magnusii den schlagendsten Beweis für das Nichtvorhandensein sexueller Vorgänge bei den höheren Pilzen.

Bei der Alkoholgährung der Bäume ist fast regelmässig eine charakteristische Hefe betheiligt, welche ich in dem Leuconostocschleim an starkverdünnten Fadenenden des Endomyces Magnusii dichte Nester bilden sah und welche — mit den Fäden in festem Zusammenhang — aus den Endomycesfäden hervorzusprossen schien. Ich habe daher diese Hefe, an welcher ich selbst wie auch Magnus, v. Lagerheim, Hansen ächte Endosporenbildung beobachteten, gleichfalls als zu den Entwicklungsformen der Endomyces Magnusii gehörend betrachtet. Es könnte sich sonst nur um Fusionirungen zwischen ganz verschiedenen Pilzelementen handeln. E. Chr. Hansen hat diese von mir entdeckte Hefe Saccharomyces Ludwigii benannt (s. dort).

Nach meinen eigenen Beobachtungen wird die Alkoholgährung der lebenden Eichen, Birken etc. eingeleitet durch die lebhaften Sprossungen des Endomyces Magnusii, erreicht

dann aber ihre Höhe durch Mitwirkung dieser Saccharomycesform und kann später von letzterer ausschliesslich unterhalten werden.

Auch E. Chr. Hansen, der den Endomyces Magnusii in Reinkultur von einer Oidiumspore aus zunächst auf Würzegelatine gezogen und mit solcher Reinkultur Bierwürze behandelt hatte, konstatirte, dass derselbe (bei 25—27°) schon nach einem Tage eine deutliche Gährung hervorrief, wobei die Oidiensprossungen eine oberflächliche Kahmhaut bilden. Nach 11 Tagen enthielt eine Würzekultur bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 0,75 Vol.-% Alkohol und nach 22 Monaten 1,4 Vol.-%. In einer Lösung von 10% Dextrose in Hefewasser bei 25° C. bildete Endomyces Magnusii 3,4 Vol.-% Alkohol. In allen Fällen hatte zugleich eine kräftige Aetherbildung stattgefunden, die sich auch durch ihren Geruch bemerkbar machte. Die ursprünglich durch den Pilz erzeugte Alkoholmenge musste also eine grössere gewesen sein, als diese Messungen angaben. — Brefeld hatte in gährfähigen Lösungen eine Alkoholbildung durch Endomycesoidien nicht erhalten, doch gibt er die Art der Lösung nicht näher an.

Endomyces decipiens Tulasne bildet gleichfalls Oidien, Chlamydosporen und viersporige Ascen und lebt im Herbst als Schmarotzer auf den Fruchtkörpern des Hallimaschs (Agaricus melleus), die sein Mycel in ihrer ganzen Totalität befällt, um dann hauptsächlich an den Lamellen zu fruktificiren. Die Oidien wie die Hyphen sind viel kleiner als die des Endomyces Magnusii, gleichen dagegen dem Oidium lactis und den Basidiomycetenoidien (Collybia) völlig. Die grossen Chlamydosporen folgen den Oidien und treten besonders dann rasch und ausschliesslich neben den Oidien auf, wenn die Hallimaschhüte rasch in Fäulniss übergehen. Die Ascen treten an den Fäden als kurze Seitenzweige, blasige Anschwellungen auf, die sich durch eine Scheidewand von ihnen abgliedern; mitunter werden sie so dicht angelegt, dass sie mit ihren Tragfäden förmliche Knäuel bilden. Die Schläuche sind sehr klein und erzeugen die Sporen durch doppelte Zweitheilung. Letztere sitzen anfänglich je zu zweien zusammen, erst vor Auflösung der Schläuche werden dieselben durch Zerfall der Zwillingspaare frei. Ihre Gestalt ist daher (ähnlich wie bei Ascoidea) eine kappenförmige.

Endomyces vernalis Ludw. hat dünnfädiges Mycel, kleine Oidien, welche aber von denen des E. decipiens auch in der Kultur sich unterscheiden, während die Chlamydosporen denen des E. decipiens gleichen. Die Ascen, welche nicht völlig sporenreif

gefunden wurden, dürften nach den spärlichen Funden dieser Fruchtform ähnliche Sporenbildung wie die des E. decipiens haben. Der Pilz tritt noch bei Eis und Schnee im ersten Frühling im Saftfluss der Bäume auf, der unter der Wirkung des Pilzes lange andauert. Besonders sind es die Birken, die Ende des Winters und im Frühling gefällt werden, auf deren blutenden Stümpfen er die ganze Schnittfläche mit handhohem, milchweissem Schleim regelmässig bedeckt. Ich fand 1891 die Stümpfe der zahlreichen (wohl an 100 Birken), die in den verschiedensten Wäldern um Greiz gefällt waren, ausnahmslos von dem Schleim bedeckt, der literweisse an den Stümpfen zur Erde floss. Ebenso floss der weisse Schleim von Hainbuchen, welche aufgeastet waren, stockwerkhoch von den blutenden Astwunden am Stamme herab. Dieser weisse „Milchfluss" der Bäume wird vorwiegend durch den Endomyces vernalis gebildet.[1]) Doch finden sich daneben noch andere Pilze, Hefeconidien und Bakterien in dem Saftfluss ein. An manchen Stellen ist der weisse Schleim in dem Frühjahrsfluss rosenroth gefärbt und manche Hainbuchen zeigten ausschliesslich diesen „Rothfluss". Der Pilz, dessen volle Entwicklung noch nicht bekannt ist, gleicht in vieler Hinsicht dem Rhodomyces Kochii v. Wettst. und erhielt als „fungus imperfectus" daher vorläufig von mir den Namen Rhodomyces dendrorhous.

Im Saftfluss anderer Bäume fand ich häufiger Fusarium aquaeductuum (siehe da), so bei blutenden Linden, auf Buchenstümpfen (mit Bakterienfäden).

In dem bei den Bakterienkrankheiten näher erörterten braunen Schleimfluss der lebenden Apfelbäume, Birken, Rosskastanien, Pappeln, Ulmen, Eichen etc., welcher in manchen Gegenden in Obstgärten und unter den Chausseebäumen grossen Schaden anrichtet, tritt als regelmässiger Begleiter die Torula monilioides Corda, eine Chlamydosporenform noch unbekannter Zugehörigkeit auf, die aber vermuthlich auch einem niederen Ascomyceten zugehört. Nimmt man noch hinzu, dass auch die Ascoidea rubescens ein Bewohner der Saftflüsse ist, so kommt man zu dem Resultat, dass in den Saftflüssen der Bäume sich gerade die interessantesten Zwischenformen zwischen den niederen Algenpilzen und höheren Pilzen

[1]) Hierher gehört vermutlich auch — nach der kurzen Beschreibung und Abbildung zu urtheilen — der Saccharomyces Betulae Pk. et Pat., den Peck in dem Gährungsschleim an der Oberfläche eines Stumpfes von Betula lutea bei New Baltimore fand.

(Phycomyceten und Ascomyceten) erhalten haben. Vermuthlich haben sich auch die pathogenen und parasitischen Arten (Endomyces Magnusii, E. decipiens, Torula monilioides) der zuletzt erörterten Pilze aus ursprünglichen Bewohnern der Saftflüsse der Bäume (E. vernalis etc.) entwickelt. Auch letztere schädigen übrigens die Bäume, indem sie die Zeit der Blutungen verlängern, die Vernarbung der Wundstellen hintanhalten und den saprophyten oder fakultativ parasitischen Arten den Eingang öffnen.

Ausser den drei Arten E. Magnusii, E. vernalis und E. decipiens ist von Fayod noch ein Parasit des Agaricus rutilans (Pers.) als E. parasiticus beschrieben und neuerdings von Zukal die Zugehörigkeit eines auf Scytonema schmarotzenden Pilzes, der bisher als mit Scytonema in Flechtensymbiose lebend betrachtet und Ephebella Hegetschweileri Itzigs. genannt wurde, zu Endomyces (E. Scytonematum) behauptet worden.

§ 62. Taphrina (und Exoascus).

Die Gattung umfasst diejenigen Exoasci, deren Asci frei und in grosser Zahl, oft dicht gedrängt die Blätter oder Blüthen der Pflanzen bedecken und von einem intercellular oder subcuticular verlaufenden, niemals aber die Zellen selbst durchbohrenden Mycel entspringen. Im Ganzen sind 37 Arten bekannt. Nach Brefeld wären die Arten, je nachdem ursprünglich im Ascus vier oder acht Sporen vorhanden sind, zu den verschiedenen Gattungen Taphrina oder Exoascus zu stellen. Wie dies auch bei höheren Ascomyceten häufiger vorkommt, beginnt bereits im Ascus selbst eine Auskeimung der Sporen zu Hefeconidien, die den Schlauch dann als vielsporig erscheinen lassen.

Nach Sadebeck lassen sich bisher folgende Arten von Taphrina unterscheiden, die zum Theil den betreffenden Nährpflanzen nicht unbedeutenden Schaden zufügen.

I. Die Anlage der Ascen erfolgt nur subcuticular.

A. die Erhaltung der Art ist ausser durch die Infection durch Sporen auch durch ein perennirendes Mycel gesichert.

Taphrina Pruni (Fuck.) Tul., auf dem Fruchtknoten von Prunus domestica L.; Pr. Padus L., Pr. virginiana L. etc., bringt die Missbildungen der Früchte hervor, welche bei Prunus domestica unter dem Namen Narren, Taschen, Hungerpflaumen, Schoten bekannt sind. Die noch jungen Pflaumen entwickeln sich zu einem

bis fingerlangen, runzeligen, gelblichgrünlichen oder röthlichen, später weiss schimmeligen oder ockerfarbenen Körper, der im Innern anstatt des Steinkernes eine Höhlung trägt und frühzeitig abfällt. Auf Pr. Padus und Pr. virginiana werden geringere hypertrophische Deformationen des Fruchtknotens erzeugt.

T. Farlowii Sad. bildet in Amerika ähnliche Deformationen auf den Früchten von Prunus serotina Ehrh.

T. Crataegi Sad. erzeugt auf Blättern des Weissdorns röthlich gefärbte Auftreibungen und Flecken und verursacht Hexenbesenbildung.

T. Insititiae Sad. bewirkt auf Prunus Insititia L. und Pr. domestica Hexenbesenbildungen. An den Pflaumenbäumen finden sich dieselben oft in solcher Menge, dass dadurch Unfruchtbarkeit einzelner Aeste oder des ganzen Baumes bewirkt wird. Die Aeste sind bis unterhalb der angeschwollenen Infectionsstelle zurück zu schneiden.

T. minor Sad. erzeugt auf Prunus Chamaecerasus Jary schwach blasige Auftreibungen der Blätter und Reifbildung auf der Unterseite.

T. deformans (Berk.) Tul. verursacht die Kräuselkrankheit der Pfirsichblätter.

T. Cerasi (Fckl.) Sad. erzeugt Hexenbesen der Kirschbäume (Prunus avium L. und Pr. Cerasus).

Alle drei Arten sind den Bäumen schädlich, besonders der Urheber der Pfirsichkräuselkrankheit (cloque du pêcher), welcher die Bäume in einigen Jahren tödtet.

T. purpurascens Robins. verursacht Kräuselungen und Auftreibungen der Blätter und Zweige von Rhus copalina L. unter dunkelrother Färbung.

T. Carpini Rostr. erzeugt Hexenbesen auf der Hainbuche, T. betulina Rostr. (auf Betula pubescens Ehrh.), T. turgida Sad. (auf Betula verrucosa Ehrh.), T. alpina Johans. (auf Betula nana L.) verursachen Hexenbesen der Birken, oft von sehr beträchtlicher Ausdehnung (bei T. turgida bis zu zwei m im Durchmesser). An manchen Orten sind ganze Birkenalleen etc. inficirt. T. nana Johans. veranlasst Deformationen junger Zweige von Betula nana Johans., T. bacteriosperma Johans. (vielleicht die polyspore Schlauchform der vorigen) bei derselben Nährpflanze Deformationen von Sprossen und Sprosssystemen.

T. Tosquinetii (Westend.) P. Magn. deformirt junge

Zweige und Blätter von Alnus glutinosa Gärtn. und A. glutinosa × incana.

T. epiphylla Sad. erzeugt Flecken, Reifbildung und Auftreibungen der Blätter von Alnus incana D. C. und Hexenbesen.

T. var. maculans Sad. bildet grauweisse, runde Flecken auf Alnus glutinosa Gärtn.

T. Ulmi Fuck. befällt Blätter und Zweige der Rüsterarten, die er deformirt, T. Celtis Sad. Blätter und Zweige von Celtis australis.

B. Ein perennirendes Mycel fehlt nach den bisherigen Untersuchungen. Die Erhaltung der Art erfolgt durch Sporen.

T. coerulescens (Desm. et Mont.) Tul. erzeugt auf Quercus pubescens Willr. und Qu. robur L. mehr oder weniger grosse Flecke.

T. aurea Fr. erzeugt auf Populus nigra L. und P. pyramidalis Rog. blasige Auftreibungen der Blätter und gelbe Flecke.

T. Johansonii Sad. bei Populus tremula L. und T. rhizophora Johans. bei Populus alba hypertrophische Deformationen der Früchte.

T. bullata (Berk. et Br.) Sad. erzeugt eine Krankheit der Birnbäume (blasige Auftreibungen und Flecken der Blätter), die durch ganz Mitteleuropa verbreitet ist und zum Theil derartig auftritt, dass sie die Birnbäume gefährdet.

T. polyspora Sorok. erzeugt dunkle Flecke und blasige Auftreibungen auf den Blättern von Acer tataricum L., T. Umbelliferarum Rostr. auf Umbelliferen, T. Githaginis Rostr. auf Agrostemma Githago.

T. Sadebeckii Johans. tritt in gelben Flecken auf den Blättern von Alnus glutinosa Gärtn. auf und T. Alni incanae J. Kühn bewirkt die eigenthümlichen dunkelrothen Gewebewucherungen an den Schuppen der weiblichen Erlenkätzchen, welche den Narrentaschen von Prunus domestica etc. vergleichbar sind (= Exoascus Alni Hart., G. alnitorquus Tul. f. Alni incanae Kühn, Ascomyces Alni Berk. et Br., Exoascus amentorum Sad.).

T. Betulae Fuck. ruft weissliche bis gelblichweisse Flecken auf den Blättern von Betula verrucosa Ehrh. hervor,

T. carnea Johans. blasige Auftreibungen der Blätter von Betula odorata Bechst., B. intermedia Thom. und B. nana L.

T. Ostryae Massalongo bewirkt bräunliche Blattflecken bei Ostrya carpinifolia Scop.,

T. filicina Rostr. blasige Auftreibungen des Farnkrautes Aspidium spinulosum Sv., T. lutescens Rostr. auf Lastraea Thelypteris.

II. Die Anlage der Schläuche erfolgt zwischen den Epidermiszellen oder intercellular noch tiefer im Inneren des Gewebes der Nährpflanze.

T. flava Farl. findet sich in intensiv gelben Flecken von Betula verrucosa Ehrh.

T. Potentillae Farl. verursacht auf den Potentillaarten blasige, röthliche oder gelbliche Auftreibungen.

Noch unvollständig bekannt sind bis jetzt T. Quercus Cooke auf Quercus cinerea Mcht. und Taphrinaarten auf Populus tremuloides (Hypertrophieen der Früchte erzeugend), und auf Aesculus californica Nutt.

§ 63. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die Taphrinaarten, diese niedersten parasitischen Ascomyceten, ganz besonders an den Bäumen zur Entwicklung gekommen sind, welche wir eben als die Hauptträger der Saftfluss- oder Blutungspilze und der pathologischen Schleimflüsse und in ihnen als die Träger der niedersten Ascomyceten (Endomyces) und der den Uebergang von den Phycomyceten zu den höheren Pilzen vermittelnden Mesomyceten Ascoidea rubescens Bref. kennen gelernt haben. Berücksichtigt man noch, dass auch eine Endomycesart selbst zu einem Parasiten des baumbewohnenden Hallimaschs geworden ist, so liegt der Gedanke nahe, dass sich die Gattung Taphrina aus den Endomycesformen, die niederen ascentragenden Schmarotzerpilze der Bäume aus den Pilzen der Schleimflüsse entwickelt haben.

Gerade die Birke, welche als der Träger aller Schleimflussarten bekannt ist (Endomyces vernalis, E. Magnusii, Torula monilioides, Rhodomyces dendrorhous), beherbergt nicht weniger als acht Taphrinaarten, auch die Pappeln, Erlen, Hainbuchen, Ulmen, Eichen, Kastanien, Ahorne, Birnen und Amygdaleen sind als Träger von Schleimflusspilzen und Taphrinaarten zugleich bekannt.

Vielleicht gehören zu den Exoasci auch zwei neue von van Tieghem beschriebene Gattungen Oleïna und Podocapsa, deren erstere Endomyces nahe zu stehen scheint, während die letztere Taphrina sich mehr nähert. Oleïna besteht aus verzweigten, septirten Fäden, deren Zellen an einem Ende etwas angeschwollen

sind. Die Asci sind achtsporig, kuglig. Bei Oleïna nodosa v. Tiegh. entstehen dieselben intercalar, bei Oleïna lateralis v. Tiegh. seitlich am Zellfaden. Beide lassen sich auf Knorpel in Oel kultiviren, das sie nicht verändert, während es ein gleichfalls im Oel wachsendes Saccharomyces Olei verändert. Podocapsa schmarotzt auf Mucor-Arten, Podocapsa diffusa v. Tiegh. und P. palmata v. Tiegh. treiben ihre dünnen Keimschläuche theils in die Mucorhyphen, theils verzweigen sie sich in der Nährflüssigkeit, in welcher erstere sich finden. An der Oberfläche der Mucorschläuche und am Rande der letzteren entstehen blasige, dichotom verzweigte und sich abgrenzende Erweiterungen, an welchen die meisten Zellen keulenförmige, achtsporige Asci bilden. Ascogene und vegetative (dünne) Zweige sind deutlich von einander differenzirt.

Erläuterungen zu Figur 6.

Hemiasci, Gymnoasci und Hefen.

1—5. Ascoidea rubescens nach Brefeld.

1. Mycel mit Conidienköpfchen (*a*) und einem Sporangium (*b*).
2. Ausgebildeter Conidienträger bei etwas stärkerer Vergrösserung.
3. Träger mit Sporangium am Ende, darunter noch eine Conidie. Das Sporangium ist noch von den Kappen von drei entleerten Sporangien umgeben und zeigt an der Spitze die ausgestossene, wurmartig gewundene Sporenmasse. (Der Inhalt des Sporangiums ist in der Zeichnung falsch dargestellt.)
4. Aeltere sporangientragende Spitze mit theilweise entleertem Sporangium, darunter eine neue Sporangienanlage. Sehr starke Vergrösserung.
5. Sporangientragende Spitze, die in Nährlösung zu neuen Conidienträgern durchgewachsen ist.

6. Taphrina Pruni von den Narrentaschen der Pflaumen nach Sadebeck.

7—10 und 14. Endomyces Magnusii aus dem Schleimfluss gährender Eichen.

7. Mycel in der charakteristischen Verzweigung.

8 und 9. Oidienbildende Zweige desselben.

9 und 10 (stärker vergrössert). Schlauchfrüchte des Pilzes nach Brefeld.

14. Sprossungen des Mycels im Gährungsschaum der Eichen.

11—13. Endomyces decipiens (Parasit des Hallimaschs) nach Brefeld.

11. Mycel mit Chlamydosporen (*a*) und Oidien (*b*).
12. Mycel mit Fruchtschläuchen.
13. Ein Ascus, daneben zwei freie Sporen.

15—21. Saccharomyces Ludwigii Hansen (nach meiner Meinung aber Entwicklungsform des Endomyces Magnusii).

15. Gewöhnliche Hefeform.
16. Dieselbe mit Endosporen.
17. Ein einzelnes Sporangium.



Fig. 6.

18. Erste Keimungsstadien der Endosporen nach Hansen und Fusion der Keimzellen (*a—d*, *x—w*).

19—21. Mycelien des Saccharomyces nach Hansen.

22. Saccharomyces anomalus Hansen, *a*) Sporangium, *b* Keimung der Endosporen, welche die Form der Sporen von Endomyces decipiens und Ascoidea haben.

Anhang.

A. Die Hefenpilze und die Alkoholgährung.

§ 64. Die Hefe- oder Sprossformen, welche in gewissen Nährlösungen endlos in derselben Weise aus einzelligen Anfängen stets wieder neue Sprosszellen und Sprossverbindungen bilden, sind nach dem heutigen Stand der Wissenschaft nicht mehr als eine besondere Abtheilung der Pilze zu betrachten, sondern gleich den Oidien, Chlamydosporen, Conidienträgern und Sporangien als Entwicklungszustände höherer Pilze. Sowohl die Schimmelpilze (Zygomyceten) wie Mucor, wie die Mesomyceten (Ustilagineen), die Basidiomyceten (Exobasidium etc.) und Ascomyceten (Taphrina, Endomyces etc.), haben Sprossformen. Bisher glaubten jedoch viele Forscher, die mit Endosporen versehenen Hefeformen als ächte Hefen (Saccharomyceten) von diesen „Scheinhefen“ (Torula etc.) trennen zu sollen, bis Brefeld auf die Unbeständigkeit dieser Sporenbildung etc. aufmerksam machte und die allgemeine Verbreitung der Hefen als besondere Fruchtform der höheren Pilze nachgewiesen hat. Die Endosporenbildung der Hefeconidien ist nach ihm nichts Anderes, als die gelegentliche Umwandlung von Conidien in Sporangien, wie sie z. B. bei Ascoidea rubescens (s. dort) so schön zu sehen ist. Mit dem in Form, Grösse und Sporenbildung konstanten Ascus hat das Hefesporangium nichts zu thun. Hansen, einer der hartnäckigsten Vertheidiger der selbständigen Stellung der Saccharomyceten, hat selbst den Nachweis geführt, dass innerhalb derselben Species neben regelmässig sporenbildenden Hefeformen solche Varietäten auftreten können, welche nie Sporen bilden (analog der asporogenen Form des Milzbrandbacillus), er hat selbst darauf hingewiesen, dass es „ächte Hefen“ (d. h. mit Endosporenbildung und dem Vermögen, Alkohol aus Zucker zu bilden) giebt, welche wohlausgebildete Mycelien bilden (vgl. Saccharomyces Ludwigii Hans.). und ich habe ebendieselben Hefeconidien aus bekannten Mycelien ihren Anfang nehmen sehen. Von einer selbständigen Stellung der

verschiedenen Hefeformen kann hiernach nicht mehr die Rede sein, und es kann nur noch darauf ankommen, von den höheren Pilzen aus die verschiedensten Hefeformen zu züchten, um so die Zugehörigkeit bekannter Hefeformen zu ermitteln. Nur provisorisch, bis dahin, wo dieser Nachweis gelungen sein wird, sind die letzteren in der Wissenschaft unter selbständigem Namen aufzuführen.

Unter ihnen interessiren uns in erster Linie die Alkoholhefen und Alkoholoidien etc., d. h. diejenigen Pilze, welchen das Vermögen zukommt, die Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäure etc. zu zerspalten.

Die Reinkultur der Alkoholgährungspilze, welche erst in der Neuzeit, besonders durch Pasteur, Hansen u. A. in Angriff genommen worden ist, hat in der Gährungsindustrie einen sehr bedeutenden Umschwung hervorgerufen. 1876 hatte Pasteur ein Werk: Etudes sur la bière herausgegeben. Er spricht in demselben die Ueberzeugung aus, dass durch Anwendung seiner Methode es möglich sei, zu jeder Jahreszeit und auf jedem Platze ohne die bis dahin erforderlichen kostspieligen Kühlungsvorrichtungen zu arbeiten und ein Gährungsprodukt von endloser Haltbarkeit zu erzielen. Pasteur, der seine Untersuchungen nach dem Kriege 1870 in Angriff genommen hatte, um, wie er sagt, die deutsche Brauindustrie lahm zu legen und auf diese Weise eine Revanche für die seiner Nation angethane Schmach auf wissenschaftlichem Wege zu üben, hatte in der gewöhnlichen Brauereihefe eine Anzahl anderer Pilze, Bakterien und Schimmelpilze aufgefunden, welche dem Bier schädliche, unbrauchbare Eigenschaften verliehen. Sein System schloss diese aus und arbeitete nur mit Hefeorganismen. Das Pasteur'sche „Revanchebier" hatte jedoch nicht die gehoffte Wirkung. Man arbeitete nach seinem System, gab es aber bald wieder auf. Erst der dänische Gelehrte Emil Christian Hansen zeigte, dass unter den Hefepilzen selbst die Hauptschädlinge der Brauerei zu suchen seien, dass es daher nicht genügt, die anderen Organismen auszuschliessen, sondern nöthig ist, die verschiedenen Hefeformen reinzuzüchten, um die Krankheiten im Bier zu verhüten. Ihm gelang es, von der einzelnen Spore aus die einzelnen Heferassen reinzuzüchten und, indem er ihre Eigenschaften genauer ermittelte, aus ihnen die für Brauereizwecke geeignetsten auszuwählen und der Praxis zugänglich zu machen. So giebt z. B. von den Rassen des alten Saccharomyces cerevisiae die „Karlsberger Unterhefe Nr. 1" ein wenig haltbares Schankbier, Nr. 2 Fass- und

Schankbier geringer Haltbarkeit von gutem Geschmack, Nr. 3 sehr haltbares Bier von feinem Geschmack und Geruch, „Karlsberger Oberhefe“ Nr. 1 süsslichen, Nr. 2 kräftigen Geschmack, Nr. 3 haltbares Bier von weinartigem Geschmack. Die in den Gährkellern häufige Hefe Saccharomyces Pastorianus I Hansen verleiht dem Bier einen unangenehm bitteren Geschmack, S. Pastorianus II Hansen ruft keine Krankheit hervor, während S. Pastorianus III Hansen ebenso wie S. ellipsoideus II zu den biertrübenden Arten gehört.

Was Hansen für das Bier erwiesen hat, dass es zahlreiche Rassen der Brauereihefe giebt, deren jede dem Bier besonderen Geschmack und besondere Eigenschaften verleiht, das hat zuerst A. Rommier und nach ihm Martinand, Rietsch u. A. in Bezug auf den Wein nachgewiesen (vgl. auch Aehnliches bezüglich der Bakterien bei der Tabaksfermentation). Auch die „alte“ Weinhefe Saccharomyces ellipsoideus umfasst eine Menge verschiedener Rassen, von denen sich jede reinzüchten lässt, jede einen anderen Wein liefert. Geschmack und Geruch (das „Bouquet“) der verschiedenen Weinsorten sind nach Rommier ausschliesslich von der Hefesorte abhängig, die die Gährung bewirkt. Es gelang ihm, aus frisch gekeltertem Traubensaft beliebigen Ursprungs bestimmte Weinsorten zu gewinnen, wenn er nur die fremde Hefe dieser Weinsorte als Gährungserreger verwendete.

Von den bekannten Alkoholhefen Saccharomyces cerevisiae, S. Pastorianus I, II, III, S. ellipsoideus I, II, S. Marxianus, S. exiguus, S. Ludwigii, S. anomalus sind bisher nur wenige Rassen auf ihre specifische Wirkung bei der Alkoholgährung untersucht worden, und es unterliegt keinem Zweifel, dass auch unter den zahlreichen Hefearten, die auf ihre Gährwirkung überhaupt noch nicht untersucht sind, deren Zahl eine sehr grosse sein dürfte, manche für die Industrie brauchbare Art noch enthalten ist. Es eröffnet sich bezüglich der Heferassen überhaupt ein Arbeitsfeld ähnlicher Art und Ausdehnung, wie es bezüglich der formverwandten Bakterien bereits jetzt besteht für den Botaniker, den Chemiker und Techniker.

Die wichtigste Anwendung finden die Alkoholhefen bei der Bierbrauerei, der Weinbereitung, der Spiritusfabrikation und Bäckerei.

Bei der Bier- und Branntweinbereitung wird das Stärkemehl der Gerste, des Weizens, Roggens, der Kartoffeln etc. benutzt, das erst in den aus gleichen Elementen zusammengesetzten

Zucker durch Umlagerung der Atome verwandelt werden muss. Dies geschieht sowohl beim Brauen des Bieres, als des Branntweines durch Gerstendiastase (einen, beim Keimen der Gerste auftretenden Fermentstoff). Bei der Branntweinbereitung werden die zerriebenen Kartoffeln, Roggenschrot etc. damit versetzt, wo dann beim Uebergiessen mit heissem Wasser und bei einer Temperatur von 70° die Zuckerbildung erfolgt. Beim Bierbrauen wird der durch Diastase gebildete Zucker des Gerstenkornes, nach Zerstörung des Keimes durch die Hitze (Malzdarre), selbst verwendet. Da durch die Hitze alle Hefezellen getödtet werden, ist es nöthig, dass dem Extract des gerösteten Gerstenkornes, der Dextrin und Malzzucker enthaltenden Bierwürze, die zur Gährung nöthige Hefe erst zugesetzt wird. Die Erreger dieser Gährung, von Hansen unter dem Sammelnamen Saccharomyces cerevisiae Meyen zusammengefasst, nach neueren Untersuchungen verschiedenen Rassen oder Arten zugehörend, sind uralte Kulturpflanzen, die lange, bevor man ihre pflanzliche Natur kannte, aus wilden Hefen gezüchtet, immer wieder in Kultur weiter vermehrt wurden. (Bei ihnen könnte es daher schwer fallen, die zugehörigen Stammformen zu finden.) Man unterschied bisher nur zwei Formen der Bierhefe, die der Untergährung und die der Obergährung. Bei der bei 4—10° C. vor sich gehenden Untergährung, deren Produkte die Lager- und bayerischen Biere sind, sind die Hefezellen fast kuglig, isolirt und sammeln sich am Grunde der Flüssigkeit, während der beim Brauen der leichten Sommerbiere auftretenden, bei 14—18° C. vor sich gehenden Obergährung ovale, oft zu 6—8 zusammenhängende Hefezellen zu Grunde liegen, die sich an der Oberfläche sammeln. Die Presshefe ist gleichfalls Oberhefe, welche, im Grossen gezüchtet, mannigfache Verwendung findet, z. B. zu Weissbäckereien, Mehl- oder Hefeklösen etc. Weingeist und Kohlensäure treiben hier die zähe Teigmasse auseinander — „bringen sie zum Gehen."

Wie bereits erwähnt, haben die Untersuchungen Hansen's dargethan, dass in den verschiedenen Brauereien Europas sehr verschiedene Hefesorten verwendet werden, welche neben dem Alkohol und der Kohlensäure recht verschiedene Umwandlungsprodukte und damit sehr verschiedene Biere erzeugen, und indem er die einzelnen Sorten durch Reinkultur vermehrt in die Brauerei einführte, die Hefereinkultur aus dem Laboratorium in die Brauerei selbst verlegte und zugleich die Krankheitshefen fernhalten lehrte, hat er eine ganz neue Epoche des gesammten Brauwesens herbeigeführt. Die

Stellhefe darf nach Hansen nur aus einer Art bestehen, nämlich der für die betreffende Brauerei günstigsten. „Mit Hansen's Methode zur Reinzucht ist ein doppeltes Ziel erreicht, nicht nur die Bakterien, die Mycodermen, die Schimmelpilze zu eliminiren, sondern auch unter den Hefenpilzen selbst eine Auswahl zu treffen und zu erkennen, ob sie verschiedenen Species angehören, die fremden Hefen von der guten Brauhefe auszuscheiden und nur diese letzte rein zu kultiviren."

(Ueber Hansen's Methode vgl. des Näheren z. B. A. Jörgensen, die Mikroorganismen der Gährungsindustrie. Berlin, Paul Parey 1890.)

Die Weingährung ging bisher spontan vor sich, und zwar bei dem Traubenwein vorwiegend unter dem Einfluss der Rassen des Saccharomyces ellipsoideus Riess (in der alten Umgrenzung), bei dem Apfelwein (Cider), dem Johannisbeerwein, Stachelbeerwein etc. vorwiegend unter dem Einfluss des — keine Sporen bildenden — Saccharomyces apiculatus Riess, die sich allenthalben an süssen Früchten in der Natur vorfinden und von deren letzterem Hansen gefunden hat, dass er im Boden überwintert. Die Untersuchungen Rommier's dürften aber auch bezüglich der Weingährung früher oder später einen Umschwung herbeiführen und bewirken, dass der von fremden Pilzkeimen befreite Most durch bestimmte reingezüchtete Heferassen beschickt wird. — Welche Hefesorten bei den verschiedenen alkoholischen Getränken anderer Erdtheile die Alkoholerreger sind, ist noch zu untersuchen (bezüglich des Milchweines s. bei Saccharomyces Kefyr). Erwähnt seien hier nur noch von geistigen Getränken: der Palmwein (aus Sagus vinifera u. a. Palmen), Ananaswein (aus Bromelia ananas) der Tropen, die Pulque der Mexikaner (aus Agave americana und mexicana), die Chicha der Peruaner (aus dem Stengelsaft von Zea Mays), der Rum (aus dem Zuckerrohr), Arrak (aus Reis), Maraschino (aus Cerasus marasca). Den Südseeinsulanern liefert die Wurzel von Piper methysticum, den Kamtschadalen Spiraea Kamtschatica (und der Fliegenschwamm) ein berauschendes Getränk, doch ist es in den letzteren Fällen fraglich, ob es sich um Gährungen handelt, nicht vielmehr Narcotica, die ähnlich wie Opium die berauschende Wirkung herbeiführen.

§ 65. Von den nach den neueren Methoden von der Zelle aus reingezüchteten Hefearten seien im Folgenden die wichtigsten etwas näher erörtert.

1. Saccharomyces cerevisiae I Hansen, eine Bierhefe, welche aus alter, englischer, in den Brauereien Londons und Edinburghs eingebürgerter Oberhefe reingezüchtet und von Hansen eingehender untersucht wurde, verursacht in Bierwürze lebhafte Obergährung. Die Bodensatzhefe besteht nur aus grossen, runden oder ovalen Zellen, in Kahmhäuten sind bei 20—34 ° C. Kolonieen häufig und wurstförmige und barock gestaltete Zellen vorhanden, bei 15—16 ° ist der grösste Theil der Zellen wie die Aussaat geformt. In alten Kulturen von Kahmhäuten treten alle Zellformen auf bis zu sehr gestreckten myceliumähnlichen und ächten Mycelien. Endosporenbildung tritt bei den meisten Hefensorten nur in jungen, kräftigen Zellen bei reichlichem Luftzutritt auf, wenn dieselben auf eine feuchte Oberfläche ausgesät werden. Hansen verwendet sterilisirte Gypsblöckchen, welche in flachen, bedeckten Gläsern zur Hälfte in Wasser stehen und oben mit der Hefesorte beschickt werden. Die Sporenbildung unserer Bierhefe findet am besten bei 30 ° C. statt (nach 20 Stunden), über 37 ° C. (hier nach 29 Stunden) und unter 11—12 ° C. (hier nach 10 Tagen) treten keine Endosporen auf. Die Sporen sind 2,5—6 μ im Durchmesser.

2. Saccharomyces Pastorianus I Hansen erzeugt in Würze Untergährung, findet sich häufig in der Luft der Gährräume, verleiht aber dem Bier einen unangenehmen, bitteren Geschmack. Die Bodensatzform in Bierwürze zeigt vorwiegend gestreckte, wurstförmige, auch grosse und kleine, ovale und runde Zellen. Endosporen werden zwischen 3—4 ° und 30 ½ ° gebildet, am schnellsten bei 27 ½ °, ihr Durchmesser beträgt 1 ½—5 μ. Zwischen 3 ° und 28 ° findet schwache Hautbildung statt, deren Zellen bei 20—28 ° etwa die Form derer im Bodensatz haben, während bei 13—15 ° C. stark entwickelte, myceliumartige Kolonieen sehr gestreckter, wurmförmiger Zellen ziemlich häufig auftreten.

3. Saccharomyces Pastorianus II Hansen ist schwach obergährig, wurde bei Luftanalysen in der Brauerei häufig angetroffen, scheint aber im Bier keine Krankheit hervorzurufen. Sporen 2—5 μ, zwischen 3 und 28 ° gebildet, am besten bei 25 ° C. (nach 25 Stunden), Hautbildung 3—28 ° C. Bei 20—28 ° C. zeigen die Hautzellen ähnliche Formen wie im Bodensatz, dazu barocke, wurstförmige Zellen, bei 15—3 ° C. überwiegend ovale und runde Zellen. In alten Kulturen von Häuten sind sie kleiner als im Bodensatz; es treten sehr barocke, bisweilen fast fadenförmige Zellen auf. In Hefewassergelatine geben Strichkulturen dieser Art bei 15 ° C. nach

16 Tagen Vegetationen mit ziemlich glatten Rändern, wodurch sie sich von der nächsten Art unterscheidet.

4. Saccharomyces Pastorianus III Hansen, ist obergährig und wurde von Hansen aus untergährigem Bier isolirt. Die Art gehört zu den biertrübenden Hefen. Sporen 2—5 μ, am besten bei 25° (nach 28 Stunden), nur zwischen 8½ und 28° C., nicht mehr bei 40° und bei 29° C. gebildet. Hautbildung schwach zwischen 3 und 28°, bei 15—3° C. mit stark entwickelten Kolonieen gestreckter wurst- oder fadenförmiger Zellen von Mycelform, die in alten Kulturen nur noch dünner, fadenförmig werden. In Hefewassergelatine geben Strichkulturen bei 15° C. nach 16 Tagen Vegetationen mit deutlich haarigen Rändern.

5. Saccharomyces ellipsoideus I Hansen. Weinhefe von der Oberfläche reifer Weinbeeren. In Würze untergährig, im Bodensatz vorwiegend ovale und runde Zellen, selten wurstförmige Zellen bildend. Sporen 2—4 μ, am besten bei 25° C. (nach 21 Tagen), zwischen 7½ und 31½° C., nicht mehr bei 4 und 32½° gebildet. Hautbildung schwach, zwischen 6 und 34° C., bei 20—34° und 6—7° C. kleinere und mehr wurstförmige Zellen als im Bodensatz bildend, bei 13—15° C. reich verästelte, stark entwickelte Kolonieen von kurzen und langen wurstförmigen Zellen oft mit quirlständigen Aesten enthaltend, ebenso in alten Kulturen. In Würzegelatine (Bierwürze mit ca. 5½ % Gelatine) zeigt die Strichkultur dieser Art bei 25° C. im Gegensatz zu den vorstehenden vier Arten und der folgenden Art im Laufe von 11—14 Tagen eine eigenthümliche netzförmige Struktur, wodurch sie schon mit unbewaffnetem Auge von jenen unterschieden werden kann.

6. Saccharomyces ellipsoideus II Hansen. Am nächsten untergährig. Eine biertrübende Art und aus hefetrüben Bieren ausgeschieden. In Würze bildet der Bodensatz überwiegend ovale und runde, selten wurstförmige Zellen. Sporen 2—5 μ, am besten bei 29° C. (22 Tage), von 8° C. (in 9 Tagen) bis 34° C. (in 31 Stunden). Schwache Hautbildung, aber nicht unter 3° C. und bei 40° C. und darüber. In Häuten zeigen die Zellen dieselbe Formen wie im Bodensatz, nur bei 15° C. und abwärts wenig mehr gestreckt. In alten Kulturen zeigen die Häute Kolonieen von kurzen und langen wurstförmigen Zellen, oft gequirlte Aeste.

Die genannten Arten vermögen ausser der Dextrose [1]) (wie

[1]) Traubenzucker.

alle Alkoholhefen) Saccharose[1]) und Maltose[2]) zu vergähren, Saccharose invertieren dieselben erst, Laktose wird durch sie ebensowenig wie durch die nächstfolgenden vergohren.

7. Saccharomyces apiculatus Reess, der Haupturheber der Fruchtgährungen (Fruchtweine), findet sich reichlich in der Weinhefe in den ersten Gährungsstadien, ferner in dem belgischen selbstgährenden Biere und reichlich auf reifen, süssen, saftigen Früchten. Citronenförmig oder oval, in ersterer Form namentlich in den ersten Kulturstadien, in letzterer später, daneben finden sich nicht selten Zellen sehr abweichender Form, wurstförmige, halbmondförmige, bakterienähnliche Zellen. In Bierwürze bildet der Pilz nur bis 1 Volumenproc. Alkohol, während S. cerevisiae (Unterhefe) bis 6 Volumenproc. Alkohol giebt; es rührt dies daher, dass er Maltose nicht zu vergähren vermag. Ebensowenig scheidet er Invertin aus, kann daher auch den Rohrzucker nicht vergähren. In Lösungen von 10—15 % Dextrose in Hefewasser ruft er dagegen eine kräftige Gährung hervor (bis 4,3 Volumenproc. Alkohol). In Bierbrauereien vermag die Hefe höchstens ein wenig die Gährung zu hemmen und wird schliesslich von der Kulturhefe verdrängt. Hansen hat bewiesen, dass diese Hefe in der Erde überwintert, von welcher sie dann durch den Wind wieder auf die reifenden Früchte gelangt.

Endosporenbildung ist bei S. apiculatus nicht beobachtet worden.

Kayser hat aus den auf einer grossen Ausstellung prämiirten Apfelweinen reine Hefen isolirt und so eine Reihe zur Apfelweinbereitung besonders geeignete Heferassen gewonnen. Er nahm 11 so gewonnene, anscheinend neue Hefesorten, ferner eine Birnmosthefe, Sacch. apiculatus und Duclaux Champagnerhefe (von seinen neuen Formen bezeichnet er eine Oberhefe als Saccharomyces mali Duclaux, eine Unterhefe S. mali Risler, erstere giebt dem Apfelwein viel Körper und Bouquet, letztere einen gleichmässigen Geschmack). Die damit vergohrenen sterlisirten Apfelmoste ergaben je nach der Hefe merkliche Unterschiede bezüglich der Bernsteinsäure, Butter- und Essigsäurebildung, woraus in Verbindung der damit zusammenhängenden Esterbildung wichtige Geschmacksunterschiede resultirten. S. apiculatus gab z. B. einen angenehm riechenden guten Apfelwein, der noch ziemlich viel Zucker enthält,

---

[1]) Rohrzucker.
[2]) Malzzucker.

musste aber in sehr beträchtlicher Menge zugesetzt werden. Während der eine Theil der untersuchten Hefen sehr gute Apfelweine ergab, erzeugt der andere Theil sehr schlechte.

8. Saccharomyces Ludwigii Hansen, die Eichenhefe, kommt mit Endomyces Magnusii und Leuconostoc Lagerheimii an gährenden Eichen etc. vor (die Beziehungen zu diesen Pilzen vgl. dort). Die Hefesprossungen dieses Pilzes, der einer der energischsten Alkoholproducenten ist, sind citronenförmig, wurst- oder flaschenförmig, mitunter auch ellipsoidisch. (Ueber die Beziehung der kugligen Conidien zu denselben, welche Brefeld aufdeckte, s. bei Endomyces.) Neben den Hefesprossungen kommen typisch gegliederte Mycelien mit breiten und derben Querwänden vor. Hansen hat diese zwar auch bei S. cerevisiae Hans. gefunden, aber weniger ausgeprägt. S. Ludwigii bildet sowohl im Freien an den gährenden Bäumen, wie auch in Kulturen mit Leichtigkeit Sporen sowohl in Gypsblockkulturen, als auf Gelatine und selbst in Zuckerflüssigkeiten, wo ihm reichliche Nahrung zu Gebote steht, so in zuckerhaltigen Lösungen, wo nur S. membranaefaciens noch ähnliches Verhalten zeigt. Auf festem Nährboden tritt die endogene Sporenbildung am reichlichsten bei etwa 25° ein. Die an Grösse sehr schwankenden Zellen bilden bald 1—4, bald 6—8 Sporen in der Zelle. Die Keimung der Sporen weicht von der anderer Hefen mit Endosporenbildung wesentlich ab. Wie durch die charakteristische Form, die schon eine mikroskopische Unterscheidung dieser Hefe gestattet, so zeichnet sich S. Ludwigii vor den meisten bekannten Hefen noch dadurch aus, dass die Sporen nicht sofort wieder Hefezellen, sondern erst ein Mycelium („Promycel" Hansen) entwickeln, ferner dadurch, dass die Neubildungen der jungen keimenden Sporen zusammenschmelzen und sehr eigenthümliche Fusionsbildungen erzeugen, von denen aus sich dann Hefezellen entwickeln: Alte Sporen keimen meist ohne diese Fusionirung und bilden Mycelien mit deutlich hervortretenden Querwänden (vgl. Fig. 6).

Die Neigung zur Sporenbildung ist bei verschiedenen aus einer Zelle hervorgegangenen Kolonieen verschieden. Durch fortgesetzte Auswahl solcher Kolonieen geringster Sporenbildung und Weiterkultur von einzelnen Zellen derselben aus in Bierwürze bis 25° C. erhält man schliesslich Vegetationen, welche keine einzige Spore bilden. Durch fortgesetzte Zuchtwahl hat E. Chr. Hansen in Kopenhagen drei verschiedene Rassen erhalten: 1. solche, welche die Fähigkeit reichlicher Sporenbildung

behielten; 2. solche, welche diese Fähigkeit fast verloren und 3. solche, welche das Vermögen, Sporen zu bilden, gänzlich verloren hatten. Es erinnert diese leichte Umzüchtbarkeit des Saccharomyces Ludwigii an die Umzüchtbarkeit der Bakterienformen (vgl. die photogenen, chromogenen, pathogenen Bakterien). Die Hansenschen Rassen scheinen auch im Freien zur Ausbildung zu kommen. So ist es Brefeld nicht gelungen, aus der Eichenhefe Endosporenbildung zu erzielen.

Die Eichenhefe bildet nach Hansen in 10%iger Traubenzuckerlösung mit Hefewasser bei 25° C. in 14 Tagen ca. 6, in 28 Tagen 6,2 Volumenproc. mit mehr Traubenzucker nach 4 Wochen sogar 10 Volumenproc. Alkohol. In Maltoselösung, sowie in Laktose- und Dextrinlösung mit Hefewasser wird keine Gährung hervorgerufen. Rohrzucker wird invertirt, in Stärkewasser erfolgt keine Zuckerbildung. Eine Kahmhautbildung erfolgt in Bierwürze sehr langsam und enthält zuletzt ausgeprägte Mycelbildungen, während die Hefe als Bodensatz eine feste teigichte oder mehr lockere käseartige Masse bildet. Bei der sehr merkwürdigen, von Hansen (Rech. sur la physiol. et la morphol. des ferments alcooliques. VIII. Sur la germination des spores chez les Saccharomyces, Kopenhagen, 1891) beschriebenen Keimung der Hefe entstehen Mycelien.

9. Saccharomyces anomalus Hansen ist ausgezeichnet durch die Sporenform. Die Sporen gleichen denen von Endomyces decipiens Tul., sind aber kleiner. S. Ludwigii und S. anomalus weichen von den übrigen Formen von „Saccharomyces“ derartig ab, dass sie nach Hansen eigentlich in ein neues Formgenus zu bringen wären. Vermuthlich gehört dieser Saccharomyces zu Endomyces decipiens oder einem Verwandten, wie der vorige zu Endom. Magnusii.

10. Saccharomyces Marxianus Hansen kommt auf Weinbeeren vor und entwickelt in Bierwürze kleine ellipsoidische bis eiförmige Zellen vom Aussehen des S. exiguus und ellipsoideus, zwischen denen sich Kolonieen wurstförmig verlängerter Zellen finden. Die Kolonieen erinnern an die der Schimmelpilze und bilden mycelienähnliche Verbände aus gegen einander wie abgeschnürten, leicht trennbaren Gliedern. Endosporenbildung spärlich. Sporen rundlich, ellipsoidisch oder nierenförmig. Nach Kultur in Würze in den Hansen'schen Kolben mit zwei Röhren bildet derselbe nach 2—3 Monaten erst Andeutungen von Hautbildungen mit wenigen theils wurstförmigen, theils ovalen Zellen.

In Bierwürze giebt der Pilz wie S. Ludwigii, selbst nach langer Zeit nur 1—1,3 Volumenproc. Alkohol. Er vergährt Maltose nicht; Saccharose wird invertirt, und in Saccharose- wie in Dextrosenährlösungen werden grössere Alkoholmengen gebildet.

11. Saccharomyces exiguus (Reess) Hans. kommt in Presshefe vor und entwickelt in Würze eine Vegetation von ovalen und eiförmigen Zellen, wie sie Reess beschrieben hat, wie sie aber auch bei anderen Hefeformen entwickelt werden können. Sporen- und Hautbildung spärlich, dagegen entwickelte Hefenringbildung. Zellen der Häute denen des Bodensatzes gleichend oder häufiger mit kurz wurstförmigen und kleinen Formen. S. exiguus verhält sich den Zuckerarten gegenüber ungefähr wie S. Marxianus, entfaltet aber in Saccharose- und Dextroselösungen eine kräftigere Fermentwirkung. In Würze giebt diese Hefe nur geringe Alkoholmengen, in Maltose keine Gährung. Saccharose wird invertirt.

12. Saccharomyces Hansenii Zopf wurde von Zopf in Baumwollsaatmehl entdeckt, bildet 1—2 Sporen von 2—4 μ. In gährfähigen zuckerhaltigen Nährlösungen (Galaktose, Traubenzucker, Rohrzucker, Maltose, Lactose, Dulcit, Glycerin und Mannit) ruft er keine Alkoholgährung hervor, sondern oxydirt den Zucker zu Oxalsäure, deren Kalksalz in Krystallform am Boden der Kolben abgelagert wird. Die Oxalsäureproduktion ist übrigens eine bei den Pilzen (Mucorineen, Basidiomyceten, Ascomyceten) weit verbreitete Funktion. Zu den energischsten Bildnern derselben gehört nach De Bary die Sclerotinia Sclerotiorum.

13. Saccharomyces membranaefaciens Hansen vermag weder Saccharose, noch Dextrose, Maltose oder Lactose zu vergähren, invertirt auch nicht die Saccharose. Er gleicht der Bier- und Weinkahmhaut Mycoderma vini und M. cerevisiae, bildet aber sehr reichlich Endosporen, und zwar nicht allein auf Gypsblöcken, sondern auch in Häuten. Auf Würze bildet er schnell eine starke, lichtgraue, gefaltete Haut, die besonders aus wurstförmigen und gestreckt ovalen Zellen besteht, die reich an Vakuolen sind. Die Sporen sind rundlich oder unregelmässig und keimen bei Zimmertemperatur in 10—19 Stunden.

14. Saccharomyces Kefyr Beyerinck bildet mit dem Kephyrbacillus, Bacillus (Dispora) caucasicus (Kern) Schröt., (und dem Milchsäurebacillus) die höckerigen Schleimballen von mehreren Centimeter im Durchmesser, die zu knorpeligen Körnern, den Kephyrkörnern, eingetrocknet, das Ferment des kaukasischen Milchweines oder

Kephyr bilden. 1883 wurden die Körner aus Tiflis nach Schlesien eingeführt und wird seitdem auch in Deutschland die Herstellung des Kephyr zu Kurzwecken fabrikmässig betrieben. Bacillus caucasicus besitzt wahrscheinlich die Eigenschaft, den Käsestoff der Milch zu peptonisiren und in Lösung zu halten. Die Hefe (welche vielleicht mit dem Saccharomyces lactis identisch ist) besitzt die Fähigkeit, den Milchzucker zu invertiren und zu vergähren. Doch hat Beyerinck durch das empfindliche Verhalten der Leuchtbacterien (Photobacterium Pflügeri Ludw. s. d.) gefunden, dass Saccharomyces Kefyr sowohl wie S. tyrocola Beyerinck, ein regelmässiger Bewohner des Edamer Käses, ein von dem Invertin anderer Hefen verschiedenes Enzym, Lactase, abscheidet, das sowohl Rohrzucker als Milchzucker zu invertiren vermag. (In Deutschland wurde bereits vor Einführung der Kephyrkörner ein Milchwein oder künstliche Kumys durch Zusatz von Presshefe und Zucker zur Milch hergestellt.) Aehnlich wie S. Kefyr vergähren Sacch. lactis Adametz (ohne Sporenbildung) und die auf Milch vorkommende Hefe Sacch. acidi lactici Grotenfelt den Milchzucker.

15. Saccharomyces minor Engel, die Sauerteighefe. Vegetative Zellen kuglig, bis 6 μ im Durchmesser, in Ketten oder 6—9zelligen Flöckchen. Sporenbildende Zellen 7—8 μ, mit 2—4 Sporen von 3 μ Durchmesser.

Während für die Weissbäckerei Presshefe Verwendung findet, bildet bekanntlich zur Herstellung des Schwarzbrotes der „Sauerteig“ eine in Selbstgährung gerathene, aus Mehl, Kleie und Wasser zusammengeknetete Masse, von der die Gährung dann auf den Teig und auf neuen Sauerteig übertragen wird. Der gewöhnliche Sauerteig enthält sowohl Bakterien in grosser Menge, wie auch Hefenpilze. Nachdem früher Chicandard, Laurent, W. Jago, Dünnenberger, Wigand, G. Archangeli die Organismen des Sauerteiges untersucht, hat zuletzt W. L. Peters dieselben zum Gegenstand eines eingehenderen Studiums gemacht. Laurent hatte einen Spaltpilz, Bacillus panificans, Wigand ein Bacterium farinaceum als Urheber der Brotgährung betrachtet. Durch Reinzüchtung der einzelnen Arten der gesammten Sauerteigflora und Ermittelung ihrer Eigenschaften hat Peters festgestellt, dass Saccharomyces minor Engel als die eigentliche Sauerteighefe zu betrachten ist, die zugleich mit einem zweiten verwandten Saccharomyces im Mehl die Alkoholgährung und durch Bildung von Kohlensäure und Alkohol das „Gehen“ des Teiges

bewirkt. S. mycoderma kommt nur in verunreinigtem Sauerteig vor und vermehrt sich bei nachlässigem Backverfahren sehr. S. cerevisiae fand sich nur vereinzelt. Peters hat weiter fünf Bakterien (drei Arten von Bacterium, zwei von Bacillus) gefunden, die zwar zum Aufgehen des Teiges vor dem Backen nicht wesentlich beitragen können, wohl aber durch die von ihnen bewirkten Säuregährungen (Essigsäure und Milchsäure) und Lösungsvorgänge (Lösung der Stärke, Peptonisirung des Eiweisses) — nur ein Spaltpilz wandelt Stärke in Dextrin um — wichtige Veränderungen des Teiges hervorrufen. — Die Abhängigkeit der Qualität des Brotes vom Sauerteig ist dem Bäcker wohl bekannt. In Bäckereien, in denen nicht durch peinliche Sauberkeit ein Fernhalten fremder Pilzkeime bewirkt wird, treten allerlei „Krankheiten" des Brotes auf. Eine weitere Untersuchung der geeignetsten Combination von Hefe und Spaltpilzen wird auch hier dahin führen, dass die Fermentorganismen für die Schwarzbäckerei künftig reingezüchtet werden und man es nicht mehr dem Zufall überlässt, welche Organismen sich gerade in dem Sauerteig zusammenfinden.

16. Die Kahmhäute auf gegohrenen Flüssigkeiten können ebenso wie der Milchschimmel „Oidium lactis" Entwicklungsformen sehr verschiedener Pilze sein. Schon Nägeli hat mehrere Formen von Kahmhäuten unterschieden: Mycoderma cerevisiae, Saccharomyces mesentericus, falsche Kahmhaut oder Glatthaut etc. Was man bisher als Saccharomyces mycoderma Reess, den eigentlichen Kahmpilz, verstanden, ist — wie die abweichenden Beschreibungen beweisen — keine einheitliche Species. Doch hat Beyerinck neuerdings eine sehr verbreitete Form näher studirt, welcher er diesen Namen belässt und die wir daher im Folgenden unter diesem Namen allein verstehen wollen.

Saccharomyces mycoderma (Reess) Beyerinck. Wie bei anderen Hefen ist die Ernährung dieses Kahmpilzes, abgesehen von den Phosphaten und den übrigen Aschenbestandtheilen, eine dualistische, indem eine gesonderte Kohlenstoff- und Stickstoffquelle gefordert wird. Was die Stickstoffquelle anlangt, so sind die Wein- und Bierhefe auf Amide, wie Asparagin (nicht aber Ureum), und ganz besonders auf Peptone angewiesen; Ammonsalze werden nur sehr schwierig und langsam assimilirt. Der Kahmpilz wird dagegen besser durch Ammonsalze als durch Amide und Peptone ernährt, auch Ureum ist geeignet zur Ernährung. Nitrate sind nur für vereinzelte, Nitrite für keine der

Hefen Stickstoffquelle. Als Kohlenstoffquelle vermag der Kahmpilz von Zuckerarten nur Glukose, Lävulose und Invertzucker zum Wachsthum zu verwenden, Maltose bleibt völlig unzersetzt. Ausser den Zuckerarten ist für den Kahmpilz noch Aethylalkohol eine ausgezeichnete Kohlenstoff-Nährquelle, ebenso Essigsäure, und werden die bei der Essigbildung entstehenden Zuckersäuren (auch aus den nicht direkt verwendbaren Zuckerarten) benutzt, auch Bernsteinsäure und Glycerin, Glukose wird durch den Kahmpilz bei 20—25° C. völlig vergohren, z. B. in einem Gemisch von 1 l Leitungswasser, 2 g Biammonphosphat, 0,1 g Chlorkalium, 0,05 g Magnesiumsulfat. Es wird Aethylalkohol gebildet.

Beyerinck hat den Kahmpilz benutzt zum Nachweis der Glukose, des Enzyms der Maltose.

Die Verwendbarkeit der Essigsäure als Kohlenstoffquelle und der Ammonsalze als Stickstoffquelle führte Beyerinck zu dem folgenden hübschen Versuch. Ein Becherglas mit einer verdünnten Lösung von Ammonacetat und etwas Kaliumbiphosphat wird der spontanen Infection überlassen. Die meisten Schimmel- und Bakterienarten, Hefen und Protozoën finden darin keinen, der Kahmpilz dagegen einen vorzüglichen Nährboden. In wenigen Tagen entsteht eine geschlossene Haut von Saccharomyces Mycoderma auf der Oberfläche der Flüssigkeit, welche sozusagen als Reinkultur betrachtet werden kann. Calciumacetat wird unter Absonderung von Calciumcarbonat zerlegt.

In Bezug auf die Ernährung mit Kohlehydraten spaltet Beyerinck die Hefen in folgende Abtheilungen: 1. Glucomyces, z. B. Mycoderma, 2. Maltomyces, z. B. S. cerevisiae, 3. Lactomyces, z. B. S. Kefyr, 4. Rafinomyces, z. B. S. fragrans (= S. Pastorianus Pasteur, der aus Glukose neben Alkohol angenehm riechende Ester erzeugt), 5. Dextrinomyces, z. B. S. Pastorianus Reess (Maltose, Glukose, Saccharose, Dextrin), 6. Polysaccharomyces, z. B. die Essigätherhefe S. acetaethylicus, der auch Maltose, Glukose, Saccharose und Glycerin als Stickstoffquelle dienen können.

Ausser den Gährung erregenden Hefeconidien sind weiter eine Reihe von farbigen und farbstofferzeugenden Hefen unbekannter Zugehörigkeit bekannt geworden. So hat G. Grotefeld als Ursache des „schwarzen Käses" die „schwarze Hefe" S. niger erkannt, und die bakteriologischen Untersuchungen der Neuzeit fördern fortgesetzt neue Formen zu Tage. Am bekanntesten und verbeitetsten ist

17. Saccharomyces glutinis, die gewöhnliche Rosahefe,

welche keine Endosporen bildet. Sie bildet runde, erhabene, rosenrothe Schleimflecke auf gestandenem Stärkekleister und besteht aus ovalen, elliptischen und cylindrischen Zellen von 5—11 μ Durchmesser, die vereinzelt oder zu 2—3 verbunden sind.

Eine andere rothe Hefe hat Hansen gefunden. R. Demme fand eine himbeerrothe Hefe, Saccharomyces ruber Demme, welche durch schlecht gereinigte Gefässe die Milch immer von Neuem inficiren kann. Dieselbe erzeugte bei 7 Kindern (von 3—30 Monaten) eines Bauernhofes, welche sämmtlich mit roher und ungenügend gekochter Milch ernährt wurden, eine katarrhalische Darmerkrankung.

Cohen beschreibt einen der Rosahefe ähnlichen Organismus als Protophyton saccharomycetoideum.

E. Kramer beschreibt eine Rosahefe (ohne Endosporenbildung), die bei der Vergährung des Weinmostes zuweilen mitwirkt. Die Zellen derselben sind rundlich bis oval, meist 2,7 bis 3,5 μ, seltener 1,5 oder 5 μ, während die gestreckten Zellen 6 bis 10 μ lang, 1,5—2,5 μ breit sind. Verbände von mehr als drei Zellen sind selten. Auf Gelatine tritt sie zuerst als rein weisser, sammetartiger Belag auf, auf welchem erst nach 10—14 Tagen Runzeln entstehen, die sich später roth färben. Der rothe Farbstoff tritt überhaupt nur in älteren, der Luft mehr oder weniger ausgesetzten Zellen auf, bei Einwirkung von Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien verschwindet er augenblicklich. In nährsalzhaltigen Dextroselösungen ruft der Pilz lebhafte alkoholische Gährung hervor (Obergährung). In 10%iger Dextroselösung konnten nach 8 Tagen bei 28° C. 4,5 Volumenproc. Alkohol nachgewiesen werden, wobei angenehmer Mostgeruch auftrat. Sauere Reaction begünstigt die Gährung (selbst 1,5% Weinsäure wirkt noch günstig ein). Saccharose wird erst invertirt. Maltose wird schwach, Lactose nicht vergohren.

Torula sporendonema B. et Br. bewirkt nach Smith eine rothe Färbung des Käses.

Auch pathogene Hefen giebt es. Ueber den Soor vgl. Monilia candida. B. Hartig hat bei der Nonne, welche, 1890 und 91 in ungeheuren Mengen auftretend, die bayerischen Forsten heimsuchte, einen Hefepilz aufgefunden, der eine choleraähnliche Krankheit verursacht. Preuss fand 1868 in der breiigen, faulen Masse, welche bei der Faulbrut der Bienen erzeugt wird, einen Hefepilz Saccharomyces alvearius (Preuss), den er als die Ursache der Faulbrut ansah, doch hat Watson Cheyne neuerdings bewiesen, dass

diese Infectionskrankheit der Bienen durch einen Spaltpilz, Bacillus alvei, hervorgerufen wird.

§. 66. Monospora cuspidata Metschn. ist eine Hefeform, deren längliche Zellen zur Zeit der Sporenbildung sich bedeutend in die Länge strecken und im Innern dann eine einzige, sehr lange, nadelförmige Spore bilden. Der Pilz verursacht eine Krankheit der Wasserflöhe (Daphniden), deren Leibeshöhle er oft bis in die letzten Antennenglieder erfüllt, eine weisse Färbung der Thiere verursachend. Der Daphnidenkörper enthält zu Beginn der Krankheit nur die Sprossmycelien; die einzelligen Sporangien treten erst zahlreicher mit dem Tode der Thiere auf und entlassen ihre Sporen, wenn sie von anderen Thieren verschluckt werden. Die spitzen Sporen durchbohren die Darmwand und gelangen ganz oder zum Theil in den von Blut durchspülten Leibesraum. Hier setzen sich die Blutkörperchen daran fest und zerstören sie zuweilen. Bei reicher Sporeninvasion werden aber umgekehrt die Blutkörperchen aufgelöst und das Thier wird allmählich getödtet. Bei der Keimung entsteht aus der Spore eine seitliche, kurze Ausstülpung, die eine neue Sprosskolonie bildet.

§ 67. Ausser den Hefeconidien sind es noch eine Reihe anderer Pilzformen, welche Alkoholgährung zu erregen vermögen.

Ueber die Oidienform von Endomyces Magnusii vergl. Endomyces S. 201 u. 202.

Oidium lactis Fresen., der gewöhnliche Milchschimmel, welcher vermuthlich in den Entwicklungskreis von Basidiomyceten (Collybia?) gehört, findet sich sehr häufig auf Milch. Das Mycelium ist mit Querscheidewänden versehen und besitzt aufrechte, in lange Sporenketten zerfallende Fruchthyphen. Die Eisporen sind 8—10 μ lang. Von dem Oidium des Endomyces Magnusii unterscheidet es sich durch rascheres Wachsthum auf Milch, durch die reinweissen, mehligen Rasen (bei Endomyces gelblichweiss) und durch viel geringere Dimensionen (Fäden 4—5 μ dick, die des Endomyces 8—10 μ), spärlichere Querwandbildung und Verzweigung.

In zuckerhaltigen Flüssigkeiten erzeugt der Milchschimmel, auch spontan, schwache Alkoholgährung. Er findet sich auch zwischen Oberhefe und auf alkoholarmem Bier, ohne aber schädlichen Einfluss auszuüben.

Morphologisch lässt es sich nicht feststellen, welcher Art ein

Milchschimmel zugehört, da die fast gleich gestalteten Oidien vieler Ascomyceten und Basidiomyceten auf Milch gut gedeihen. — Die Küchenschaben sterben nach dem Genuss oidienhaltiger Milch (nach Troost).

Monilia candida (Bon.) Hansen ist gleichfalls eine Oidienform unbekannter Zugehörigkeit. Sie findet sich als weisse Schicht auf frischem Kuhmist und süssen, saftigen Früchten. In Würze bildet sie eine reiche Vegetation hefenartiger Zellen von ähnlicher Form, wie Saccharomyces ellipsoideus und S. cerevisiae. Sie ruft hier kräftige Alkoholbildung hervor und bildet während derselben eine mycodermaartige Haut, in der sich die Conidien wieder strecken und schliesslich ein Mycel bilden. In der ersten Periode bildete, nach Hansen, der Pilz nur 1,1 Vol.-% Alkohol, während Sacch. cerevisiae 6 % bildete. Während aber letzterer hierbei stehen bleibt, setzt die Monilia die Gährung fort, und hatte innerhalb 6 Monaten 5 Vol.-% Alkohol erzeugt. Sie vermag das chemisch lösliche Ferment Invertin nicht auszuscheiden, vergährt aber den Rohrzucker dennoch als solchen; auch die Maltose vergährt dieselbe, ohne sie in Dextrose umzuwandeln. In Bierwürze und Rohrzuckernährlösung ruft Monilia candida noch bei einer Temperatur von 40° C. lebhafte Gährung hervor. In Gelatinestichkulturen verbreitet sich die Monilia candida vom Stichkanal aus nur wenig in die Gelatine hinein, im Stichkanal Hefesprossungen, in der Gelatine Mycelfäden (von nur etwa 2 μ Dicke) bildend, während z. B. das Endomycesoidium strahlig vom Stichkanal aus senkrecht in die Gelatine hineinwächst und nichts Anderes als Oidien bildet.

Nach den Untersuchungen (Kulturversuchen und Impfungen) von H. Plaut ist Monilia candida auch der Urheber des Soors der Schleimhäute (des Mundschwämmchens oder der Aphthen der Kinder, der Vaginalschleimhaut schwangerer Frauen etc.), also identisch mit Saccharomyces albicans. Die Mycelbildung des Soorpilzes begünstigen zucker- und stärkearme Nährböden, stickstoffreiche Nährmedien, Nährflüssigkeiten, Zutritt atmosphärischer Luft, die Hefebildung zuckerhaltige und stärkereiche Nährböden, feste Nährböden (Kartoffeln, worauf der Pilz gelblichweisse, ins Graue gehende dicke Beläge mit unregelmässigem Rande bildet), Abschluss der Atmosphäre. Eine Sublimatlösung von 1 : 1000 vernichtet Soorkulturen augenblicklich. Es empfiehlt sich, dasselbe ein bis zweimal zu brauchen und dann ein mycelverhinderndes Mittel, wie Borax, in Anwendung zu bringen. Der Pilz hat eine sehr lange Lebensfähigkeit.

§. 68. Von anderen Pilzen, welche Alkoholgährung verursachen, führt Hansen noch sieben „Torula“-Arten auf, und schliesslich sind besonders zu erwähnen die Mucorarten. Mucor erectus besitzt die kräftigste Fermentfähigkeit, in Bierwürze giebt er bis zu 8 Vol.-% Alkohol; auch in Dextrinlösung ruft er Alkoholgährung hervor und er bildet Stärke zu reducirendem Zucker um. Mucor spinosus gab nach Hansen in Bierwürze bis zu 5,5 Vol.-%, in Maltoselösung nach 8 Monaten 3,4 Vol.-% Alkohol. Mucor Mucedo übt in Würze (bis 3 Vol.-% Alkohol), wie in Maltose und Dextrose eine geringe Gährwirkung aus. Mucor racemosus giebt in Würze 7 Vol.-% Alkohol und zeichnet sich dadurch aus, dass er Rohrzucker invertirt und vergährt. Mucor circinelloides ist nach Gayon dem Rohrzucker gegenüber unwirksam, vergährt dagegen den Invertzucker kräftig (5,5 Vol.-%). Gayon hat vorgeschlagen, den Pilz in Zuckerfabriken zu verwerthen, um den Rohrzucker aus der Melasse auszuziehen. Die Mucormycelien bilden in Gährlösungen Oidien („Gemmen“) und hefeartige Sprossungen. Von Ascomyceten vermitteln die Alkoholgährung Aspergillus Oryzae (siehe da), Aspergillus glaucus etc., indem sie Diastase abscheiden, wie dies auch eine Reihe anderer Pilze und höherer Pflanzen thun. Die Alkoholbildung findet sich auch bei gewissen Bakterien wieder, z. B. den Friedländer'schen Pneumoniekokken, dem Bacillus aethaceticus etc.

Dematium pullulans De Bary kann jetzt nur noch als der Sammelname der dunkelbraunen, perlschnurartigen, Sprosszellchen treibenden Chlamydosporenketten verschiedener Ascomyceten gelten. So hat Brefeld nachgewiesen, dass Sphaerulina intermixta (auf dürren Rosenzweigen) und verschiedene Dothideaceen diese Entwicklungsform haben, die aber eine viel weitere Verbreitung zu haben scheint. Es ist daher kein Wunder, wenn die Erfahrungen verschiedener Forscher über die vermeintliche Pilzspecies Dematium pullulans einander geradezu entgegengesetzt sind. Es verhält sich hier ähnlich wie mit dem alten Milchschimmel Oidium lactis, der gleichfalls verschiedensten Ursprungs sein kann. Nach Lindner bewirkt ein Dematium pullulans ein Langwerden (Fadenziehen) der Bierwürze.

B. Carpoasci.

§ 69. Die Schlauchpilze, deren Ascen nicht mehr frei auf dem Mycel, sondern stets in besonderen Fruchtkörpern gebildet

werden, sind durch einen grossen Formenreichthum ausgezeichnet. Sie lassen sich in solche unterscheiden, deren Schlauchfrüchte bis zur Sporenentleerung geschlossen bleiben, und in solche, deren anfänglich geschlossene Schlauchfrüchte erst zur Reifezeit sich öffnen und das Schlauchlager frei legen. Nach Brefeld gestaltet sich die weitere Eintheilug der Carpoasci folgendermassen:

a) Angiocarpe Formen.

I. Gymnoasci: Ascusfrüchte mit lockerer, unvollständig geschlossener Hülle, wie bei Rhizopus und Mortierella;

II. Perisporiacei (incl. Tuberaceen): Ascusfrüchte mit geschlossener Hülle ohne besondere Mündung;

III. Pyrenomycetes: Ascusfrüchte mit geschlossener Hülle und deutlich entwickelter Mündung.

b) Hemiangiocarpe Formen.

IV. Hysteriacei: Ascusfrüchte erst geschlossen, zur Reifezeit sich lippenartig durch einen Längsspalt öffnend;

V. Discomycetes: Ascusfrüchte erst geschlossen, dann zur Reifezeit sich schlüsselförmig öffnend. (Für die grössten der bisher zu den Discomyceten gezogenen Formen, die Helvellaceen, sind die ersten Stadien nicht bekannt; es ist daher unbestimmt, ob sie hierher gehören.)

1. Ordnung: Gymnoasci.

§ 70. Die Arten der Gymnoasci haben meist geringe biologische und praktische Bedeutung, wenn sie auch als Uebergangsformen der niedersten Schlauchpilze, der Exoasci, zu den fruchtkörperbildenden, höheren Schlauchpilzen von Interesse sind. Die Gattungen Gymnoascus sind coprophil (auf Pferdemist, Schafmist, Hunde-, Ratten-, Mäusekoth etc. wachsend), Eremascus albus Eid. wurde auf verdorbenem Malzextract gefunden. Ctenomyces serratus Eid. wurde an alten, verrotteten Nestfedern gefunden und erst in biologischer Hinsicht interessant durch eigenthümlich gestaltete, am Mycel auftretende Aeste, die „Krallenhaken“, welche offenbar der Verbreitung des Pilzes durch Vögel dienen. Aehnliche „Klettvorrichtungen“, welche den Pilzen bei der Verbreitung durch Thiere zu statten kommen, finden sich bei anderen „luftfahrenden“ Pilzen, so bei den später zu erörternden Laboulbeniaceen,

welche auf freilebenden, geflügelten Insekten und auf Lausfliegen der Fledermäuse schmarotzen, und bei mistbewohnenden Pilzen, welche mit coprophilen Thieren den Flug durch die Luft zu neuen Wohnstätten machen (Magnusia nitida Sacc., Chaetomiumarten etc.). Der Ctenomyces serratus findet sich, wie bemerkt, im erwachsenen Zustande an alten Federn in den Vogelnestern, benutzt aber offenbar die Vögel selbst zu seinem Transport und kommt auch an den Leibesfedern derselben zur Entwicklung. Dem blosen Auge erscheint derselbe in Form chrom- bis orangegelber Polster und Knäuel. Seine gewöhnlichen Fortpflanzungsorgane, die achtsporigen Schläuche, scheinen nur eine Verbreitung an Ort und Stelle zu bewirken, während das aus dicht verknäuelten Fäden bestehende Dauermycel, das ringsum mit Krallenhaken besetzt ist, bereits den jungen, aus dem Nest fliegenden Vögeln zur Weiterverbreitung mit auf den Weg gegeben werden dürfte.

Die von Borzi zu den Gymnoasci gerechnete neue Gattung Eremothecium ist dagegen eine parasitische auf Pflanzen.

Eremothecium Cymbalariae Borzi (Hyphen 2—6 μ, Schlauch 25—30 μ lang, 10—14 μ breit, Sporen 7—10 μ lang) überzieht im Innern der reifenden Kapseln von Linaria Cymbalaria die Samenhaut oder die Placenten und die Scheidewände. Der Pilz ruft zwar keine Missgestaltung der Früchte hervor, verhindert aber das Aufspringen derselben.

2. Ordnung: Perisporiaceen.

§ 71. Die Schlauchfrüchte der Perisporiaceen (Perithecien) besitzen eine ausgebildete, vollständig geschlossene Hülle, aus der die Sporen erst nach Verwitterung des Gehäuses frei werden. Sie zerfallen nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft in

1. Erysipheen, welche durch parasitische Lebensweise, weisses, conidientragendes Mycel und mit Anhängseln versehene Früchte (Perithecien) ausgezeichnet sind;
2. Perisporieen, welche saprophytisch leben, oder mit braunem, gegliedertem Mycel und oft mit sclerotienartigen Früchten versehen sind;
3. Tuberaceen mit knollenförmigen, fleischigen, einfachen oder gekammerten Früchten, welche unterirdisch zur Entwicklung kommen und starke pseudoparenchymatische, oft mehrschichtige Wandung besitzen.

1. Familie: Erysipheen, Mehlthaupilze.

§ 72. Die Mehlthaupilze erinnern in biologischer Hinsicht an die Peronosporeen unter den Phycomyceten. Sie bewohnen, wie diese, vorwiegend die Blattorgane lebender Pflanzen und haben äusserlich grosse Aehnlichkeit mit ihnen. Die weissen, mehligen Flecke der ersteren, der „Mehlthauschimmel", und der letzteren, der „Mehlthaupilze", werden durch die conidientragenden Mycelien gebildet. Die Dauerfrüchte, die in diesem Mycel auftreten, welche dort aber geschlechtlich entstandene Oosporen, hier ungeschlechtliche Schlauchfrüchte sind, haben äusserlich gleichfalls einige Aehnlichkeit. Immerhin bleibt aber die Aehnlichkeit nur eine äussere und De Bary war wohl im Unrecht, wenn er die Erysipheen (Podosphaera) direkt an die Peronosporeen anschloss. Auch die Art des Parasitismus ist bei beiden eine wesentlich verschiedene. Dort wird das ganze Gewebe vom Mycel durchwuchert, und treibt durch die Spaltöffnung der Blattunterseite die dichotom verzweigten Condien- (bezügl. Sporangien)träger. Hier entwickelt sich das Mycel an der Oberfläche (der Ober- und Unterseite) und sendet nur Saugorgane, Haustorien, in die Nährpflanze, und an Stelle der dichotom verzweigten Sporangienträger, die in gleichem morphologischem Vorkommen, aber mit abgeänderter biologischer Funktion als „Stützhaare" und „Anhängsel" der Perithecien erhalten geblieben sind, aber (gleich den entsprechenden Gebilden bei Chaetocladium) das Vermögen der Sporenbildung eingebüsst haben, ist bei den Erysipheen eine Conidienfruktifikation vorhanden, die in der reihenweisen Abgliederung einzelliger hyaliner Sporen an aufrechten Trägern besteht. — Diese Schimmelbildungen wurden früher mit dem Namen Oidium belegt (Oidium Tuckeri, O. leucoconium, O. monilioides etc.), haben aber mit der an anderer Stelle erörterten Oidienfruktifikation (Chlamydosporen) nichts zu thun.

Das auf der Oberfläche der Nährpflanze vegetirende Mycel von spinnwebartigem Habitus und weisser Farbe entsendet in die Epidermiszellen kurze Saugröhrchen, die Haustorien, welche in verschiedenen Formen auftreten (vergl. auch bei Cytopus und Peronospora die Haustorien). Im einfachsten Fall (z. B. bei Podosphaera pannosa) sind dieselben sehr dünne, röhrchenförmige Ausstülpungen der Mycelfäden, die die Epidermiszellwände durchbohren und innen zu einer ei- oder keulenförmigen Blase anschwellen (und von einer durch die Epidermis ausgeschiedenen Scheide umgeben werden). In

anderen Fällen, z. B. bei Microsphaera Lycii, bildet der Mycelfaden zuerst eine der Epidermis auflagernde, halbkreisförmige Aussackung, und aus dieser oder neben ihr aus dem Mycelfaden entspringt das Haustorium.

In einem dritten Fall, z. B. bei Erysiphe communis und Oidium Tuckeri, entspringen die Saugröhrchen gelappten Ausstülpungen der Mycelfäden. Die Conidien, welche an der Spitze unverzweigter, aufrechter Myceläste endständig gebildet werden, sind meist elliptisch oder länglich, selten kuglig (Uncinula Tulasnei), einzeln oder kettenförmig verbunden, leicht verstäubend und dann mehlig pulverige Massen bildend. — Bei der Bildung der Fruchtkörper finden erst, ähnlich wie bei der Hemiascee Thelebolus und bereits bei den Zygomyceten Rhizopus und Mortierella, Differenzirungen in fruktifizirende Hyphen und Hüllhyphen statt — Vorgänge, die man ehedem als Befruchtung gedeutet hat. Aus der Wandung der Perithecien sprossen die für die Familie charakteristischen Anhängsel („Stützfäden") hervor, welche einfach oder dichotom verzweigt (und dann an die Verzweigungen der Peronosporeen-Conidienträger erinnernd), bei der Verbreitung der Früchte eine Rolle spielen dürften. Bei den Gattungen Sphaerotheca und Erysiphe sind die Anhängsel einfach fädig, den Mycelfäden ähnlich, bei Phyllactinia sind sie nur am Grunde blasig angeschwollen, mit geradem Ende, bei Uncinula sind sie mit hakig gekrümmten, einfachen oder verzweigten Enden versehen. Bei Podosphaera und Microsphaera sind sie am Ende regelmässig gablig verzweigt, und zwar meist mehrfach. Bei Spaerotheca und Podosphaera enthält jedes Perithecium nur einen Ascus analog der Hemiascee Thelebolus (bei dem die natürliche Anknüpfung von Brefeld gesucht wird). Bei den anderen Arten sind mehrere Asci vorhanden. Die Zahl der Sporen in einem Schlauch schwankt von Art zu Art. Am häufigsten finden sich 8, 4 oder 2 Sporen in einem Ascus.

Früher unterschied man noch als dritte Sporenform Pycniden, die sich aber als in den Entwicklungskreis eines anderen Pilzes, Cicinnobolus Cesatii De Bary, gehörig ergeben haben. Letzterer lebt parasitisch auf dem Erysipheenmycel und gehört vermuthlich zu den Pyrenomyceten.

§ 73. Sphaerotheca, Perthecien kuglig, mit einem Ascus, Anhängsel fädig, einfach.

Der Rosenschimmel, Sphaerotheca pannosa Lév.

Der Rosenschimmel oder Rosenmehlthau tritt zuerst in Form mattweisser Staubflecke auf den grünen Blättern der Rose auf, überzieht aber bald das ganze Blatt an der Ober- und Unterseite mit weissem Anflug und bedeckt bei feuchtwarmem Wetter die ganze Rosenpflanze mit mehligem, dichtem Ueberzug, auf dem zuletzt als braune Pünktchen die Perithecien auftreten. Das Mycelium überdauert und kehrt im nächsten Jahr wieder. Die erste Generation, das Conidienstadium, wurde früher als Oidium leucoconium Desm. bezeichnet. Wie bei dem Weinoidium besteht es aus vielfach fiederig verzweigten, farblosen Hyphen, die der Unterlage dicht anliegen, und handförmig gelappte Haustorien in die oberste Zellschicht der Nährpflanze hineinsenden. Die Conidien werden an senkrecht emporstrebenden Fäden durch Abschnürung am Scheitel gebildet, sind einzellig, oval, sofort keimfähig. Die Perithecien sind kuglig, klein, braun, zerstreut, an der Basis mit unverzweigten, dünnen, hin und her geschlängelten Stützfäden versehen. Im Inneren bilden sie einen einzigen eiförmigen (fast kugligen), beiderseitig schwach verjüngten achsporigen Ascus. Sporen hyalin, elliptisch, 22—25 μ lang, 13—16 μ breit. DerPilz findet sich sehr häufig auf unseren Gartenrosen, wo er besonders die Zweigspitzen überzieht und deformirt und die Gesammtentwicklung hemmt. Schwächere Exemplare sterben bereits im ersten Jahre ganz ab, ältere erst nach mehreren Jahren. Die Blüthen vermögen sich nicht aus dem ganz vom Pilz überzogenen Kelche zu entfalten, verkümmern, vertrocknen und fallen ab. Nicht selten dehnt sich die Epidemie auf ganze grosse Gärten aus und bringt dann grosse Verluste. Manche Kulturvarietäten der Rosen, wie z. B. die schöne „Géant de bataille“, werden besonders heftig befallen und können an manchen Orten gar nicht mehr gezüchtet werden. Bestäuben der Rosen mit Schwefelblüthe ist das sicherste Mittel, der Krankheit Einhalt zu thun. Nächst den Rosaceen (Rosa, Rubus) wird der Pilz besonders den Pfirsich- und Aprikosenbäumen schädlich, deren Früchte er überzieht und tödtet.

Sphaerotheca Castagnei Lév. Der Hopfenschimmel oder Hopfenmehlthau ist nächst dem Russthau der verderblichste Schädling der Hopfenkulturen; wie jener das Laub mit schwarzen Krusten bedeckt, so ruft dieser weisse Ueberzüge hervor. Bei den in Hecken und Gebüschen häufig wild wachsenden Hopfenpflanzen tritt der Parasit fast ausschliesslich am Laube auf, verschont jedoch die männlichen Blüthen und weiblichen Zapfen, bei der Kultur-

pflanze findet er sich dagegen auf den Blättern und Stengeln nur ausnahmsweise, dafür aber sehr häufig auf den werthvollsten Theilen der Pflanze, den weiblichen Blüthenständen, die in grösster Ausdehnung von ihm befallen werden, vertrocknen und unbrauchbar werden. Wenn nicht rechtzeitig geschwefelt wird, kann der Pilz den Ertrag ganzer Plantagen vernichten. Die von dem Pilz befallenen Blätter zeigen Auftreibungen. Während sonst der Hopfen gegen Schneckenfrass durch Bitterstoffe etc. geschützt ist, werden die von der Sphaerotheca befallenen Blätter von Schnecken, insbesondere von Helix fruticum, der Strauchschnecke, heimgesucht und oft derart zerfressen, dass die ganze Pflanze nur noch aus Stengeln und Blattskeletten besteht.

Wie auf dem Hopfen, so erzeugt dieser Pilz auch auf Blättern und Zweigen von Rosaceen (Sanguisorba, Spiraea, Ulmaria etc.), Scrofulariaceen (Veronica etc.), Geraniaceen, Impatiens, Cucurbitaceen, Plantago, Compositen, Cacteen etc. weisse Flecken und (bei Spicaea Ulmaria in den Inflorescenzen) charakteristische Verunstaltungen, und nach Sorauer bildet die Varietät S. Castagnei Lév. var Mali Sor. in Europa den Mehlthau der Apfelbäume.

Das Mycelium, das nur spinnwebartig ausgebreitet (nicht weissfilzig wie bei Sph. pannosa) ist, erzeugt Conidien („Oidium“), sehr bald aber, zerstreut oder fleckenartig, gesellige, kuglige Perithecien mit wenigen aufrechten, zahlreichen niederliegenden, dem Mycelium verwebten braunen Anhängseln. Ascus fast kuglig, 55—68 μ lang, 42—54 μ breit, Sporen zu 8 rundlich-elliptisch, farblos, 15—20 μ lang, 12—15 μ breit.

Der Pilz wurde unter verschiedenen Namen, Erysiphe (Alphitomorpha), lamprocarpa, macularis, fuliginea, communis, circumfusa, horridula, fumosa clandestina, ferruginea, Humuli, Dipsacearum, Potentillae etc. beschrieben.

Sphaerotheca Epilobii (Lk.) Wint. (Conidienform Torula Epilobii Corda) findet sich auf Epilobiumarten.

Sph. Niesslii Thum. in Oesterreich auf Sorbus Aria.

Sph. Mors Uvae (Schw.) Berk. et Curt. überzieht die Beeren von Ribes uvacrispa mit dickem Filz, findet sich auch auf Ribes cereus.

Diese Art, wie Sph. Castagnei, Erysiphe communis, E. Cichoriacearum entwickelt sich reichlicher und reift die Perithecien früher, wenn er in Phytoptocecidien mit Milben symbiotisch lebt.

Sph. phytoptophila Kellerm. et Swingl. in den Zweigknoten von

Celtis occidentalis und Sph. pruinosa DC. in Auswüchsen von Rhus glabra leben nur in den Cecidien von Phytoptus.

§ 74. Podosphaera. Perithecien kuglig, mit einem Ascus, Anhängsel am Ende regelmässig wiederholt dichotom.

Podosphaera tridactyla (Wallr.) De By. (= Erysiphe Brayana Vogt, Podosphaera Kunzei Lév.) verursacht den Mehlthau der Kirschen, Pflaumen und Schlehen (Prunus). Das Mycelium ist auf beiden Seiten des Blattes schwach entwickelt. Die Perithecien sind zerstreut, kuglig, ca. 1/10 mm im Durchmesser, am Scheitel mit 3—7 aufrechten, steifen, am Grunde gebräunten Anhängseln von 240—400 μ Länge, die an der Spitze mehrfach gegabelt sind. Die Endästchen sind etwas erweitert, abgestutzt, öfter umgebogen. Ascus fast kuglig, mit 8 elliptischen, farblosen, etwa 20 μ langen Sporen.

P. Oxyacanthae, der Mehlthau der Pomaceen, auf Weissdorn (Crataegus), Ebereschen, Mispeln etc. Nach Galloway tritt dieser Mehlthau (Apple Powdery Mildew) besonders auf jungen Apfelbäumen in den Baumschulen östlich vom Mississippi auf, während im Staate Kansas eine andere Erysiphee auftritt. In Europa tritt die Sphaerotheca Castagnei Lév. var. Mali nach Sorauer auf Apfelbäumen auf. Als sicheres Mittel gegen den Apfelmehlthau gilt Ammoniak-Kupferlösung. Die erste Besprengung ist vorzunehmen, wenn die Blätter etwa ein Drittel ihrer normalen Grösse haben, und ist in Intervallen von 10—12 Tagen fünfmal zu wiederholen. Die perennirenden Mycelien der P. Oxyacanthae tragen vorwiegend Conidien, Perithecien kommen spät oder gar nicht zur Entwicklung. Letztere haben an der oberen Hälfte des Peritheciums inserirte Anhängsel, die kürzer sind, als bei voriger Art. Ascussporen elliptisch, etwas gekrümmt, hyalin, 16—19 μ lang, 13 μ breit. Der Pilz findet sich auch auf Ebenaceen.

Podosphaera myrtillina (Schub.) Kze. (P. Kunzei Lév. p. p.) mit unscheinbarem Mycel, besonders an der Unterseite der Blätter der Heidelbeeren, Vaccinium Myrtillus etc. Die Perithecien tragen an der oberen Hälfte 4—10 strahlig divergirende oder selbst herabgebogene Anhängsel. Ascus kuglig, 70—80 μ, mit 8 elliptischen farblosen Sporen, 25—30 μ lang, 15—17 μ breit.

P. Schechtendalii Lév. auf Blättern von Salix.

Wegen seines eigenthümlichen Vorkommens sei noch erwähnt Podosphaera Bresadolae Quél., welcher bei Trient auf dem

Hut des merkwürdigen sammt-filzigen, weissstacheligen, auf Kiefernzapfen wachsenden Stachelpilzes Arrhenia (Hydnum) Auriscalpium wächst, und elliptische, gelbliche, feinstachelige Schlauchsporen, 15—20 µ lang, 12 µ breit, bildet.

§ 75. Erysiphe. Perithecien kuglig oder halbkuglig mit mehreren Asci, Anhängsel fädig.

Der Grasschimmel, Weizenmehlthau, Erysiphe graminis DC.

Der Pilz tritt auf angebauten wie wild wachsenden Gräsern vom Spätfrühling bis in den Herbst hinein auf und bildet in der früher als Oidium monilioides Lk. beschriebenen Conidienform meist auf der Oberseite der Blätter, seltener beiderseits flockig wollige, anfangs weisse, später schmutzig gelbliche, bräunliche oder röthliche Polster, die fleckenartig auftreten oder die ganzen Blätter bedecken. Die Conidien sind elliptisch, walzen- oder citronenförmig und werden in langen Ketten, bis zu 10 Conidien in einer Reihe, abgeschnürt. Später werden auf dem Oidiumpolster kleine, anfangs hellbraune, später schwarzbraune Perithecien mit kurzen Stützfäden gebildet. Die Asci, deren 8—16 in einem Perithecium sich finden, gelangen erst im Frühjahr an der abgestorbenen Pflanze zur Reife und bilden im Innern 4 oder (meist) 8 rundliche bis walzenförmig elliptische Sporen. Auf Gerste, Hafer, Weizen bringt der Pilz meist nur geringen Schaden, doch trat die Mehlthaukrankheit des Weizens z. B. um Stockholm 1885 und 1889 verwüstend auf und hätte die betreffenden Weizenfelder völlig verwüstet, wenn nicht durch Schwefeln der weiteren Ausbreitung des Pilzes Einhalt gethan worden wäre. Schädlicher tritt der Pilz auf Rasenflächen in Park- und Gartenanlagen auf, wo er besonders das englische Raygras, Lolium perenne, und das Knäuelgras, Dactylis glomerata, völlig zerstört, wenn nicht geschwefelt wird.

Die Traubenkrankheit, Oidium Tuckeri Berk.

Auf den Blättern und Trauben des Weinstocks bildet das Mycelium dieses Pilzes weissliche, oft zusammenfliessende Flecken, die später bräunlich werden. Bisher sind nur die Conidien sicher bekannt, die, 8 µ lang und 5 µ breit, elliptisch oder länglich, farblos sind und einzeln oder zu 2—3 in kurzen Ketten über einander auftreten.

Die Traubenkrankheit war schon im Alterthum den Römern bekannt, trat jedoch nur selten und sporadisch auf. Genauer untersucht wurde sie erst, nachdem sie 1845 der Gärtner Tucker in Margate in England in den Weinpflanzungen beobachtet hatte, im Jahr 1847 durch Berkeley. Sie kam 1848 nach Frankreich (Versailles) und verbreitete sich nun rasch über Südeuropa, wo sie seit 1851 den Weinbau in bedenklicher Weise bedroht hat. Seit dieser Zeit ist sie auch in Deutschland näher bekannt. Wahrscheinlich überwintert die Krankheit, da Perithecien nicht bekannt sind, bei uns durch die Conidien unter der Rinde. Die amerikanische Uncinula spiralis, B. et C. (= U. Ampelopsidis, U. Americana, U. subfusca), die nebst U. Wallrothi Lév., Erysiphe necator Schr. auf amerikanischen Weinstöcken vorkommt, gleicht in der Conidienform (Conidien nur etwas kleiner) und durch die gelappten Haustorien dem Oidium Tuckeri sehr, doch ist die Zugehörigkeit der europäischen Conidienform zu dieser Art nicht erwiesen. Auf dem Oidium Tuckeri findet sich ebenso wie auf vielen anderen Erysipheen ein Parasit Cicinnobolus Cesatii De Bary (Ampelomyces quisqualis Ces., Cicinnobolus florentinus Ehrenb., Leucostroma infestans Castagne, Byssocystis textilis Riess, Endogenium Crocq), die Sporangiumform vermuthlich eines Pyrenomyceten, der bis 1870 für die „Pycnidenform" der Erysipheen gehalten wurde. Ein sicheres Mittel gegen die Traubenkrankeit des Weinstockes wie überhaupt gegen die Mehlthaupilze ist das Schwefeln, das Ueberpudern der Pflanzen mit Schwefelblumen oder Schwefelpulver. Dasselbe soll besonders in der Sonnenhitze in der Mittagszeit wirksam sein. Ob die Wirkung ausschliesslich eine chemische ist (Bildung von Schwefelwasserstoff und schwefeliger Säure) ist zweifelhaft, da nach Robert und Chretien auch durch die mechanische Wirkung von Chausseestaub die Entwicklung der Erysipheen gehemmt wird.

Erysiphe Martii Lév. bildet den Mehlthau unserer Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen, Linsen, Klee, Lupinen etc.), der Cruciferen, Labkrautgewächse (Galium), Hartheugewächse (Hypericum), Winden (Convolvulaceen), Brennnesseln etc. Mycelium spinnwebartig beiderseitig, Perithecien kuglig, zerstreut, mit dem Mycel verwebten, farblosen Anhängseln, Asci 4—8, rundlich, birnförmig, kurz gestielt, 54—60 µ lang, 30—40 µ breit, 4—8sporig. Sporen elliptisch, farblos, 18—24 µ lang, 9—15 µ breit. Mit elliptischen Conidien. Davon durch cylindrische Conidien konstant verschieden:

E. Umbelliferarum De By. auf verschiedenen Umbelli-

feren, und durch lange, braune Anhängsel verschieden (nach Winter).

E. communis (Wallr.) Fr. auf Ranunculaceen, Papilionaceen, Dipsaceen, Valerianeen, Circaea, Polygonum aviculare etc. (Haustorien gelappt).

E. Linkii Lév. auf Artemisia und Tanacetum, mit farblosen Anhängseln.

E. tortilis (Wallr.) Fr. auf Cornus dichten, mehligen Ueberzug schon im ersten Frühjahr bildend. Perithecien kuglig, ca. 80 μ, mit bis 1 mm langen, intensiv braunen Anhängseln, 3—5 kuglige Asci mit 4—6 Sporen.

E. Galeopsidis DC. (E. lamprocarpa p. p.), Mehlthau der Lippenblüthler (Galeopsis, Stachys. Lamium etc.), Mycel mit gelappten Haustorien. Asci erst auf den todten Nährpflanzen im Frühjahr.

E. Cichoracearum DC. mit nicht gelappten Haustorien, kurzen, braunen Anhängseln der Perithecien (= E. lamprocarpa Lév., Montagnei Lév. nach Winter, E. horridula Lév.). Auf Compositen (Lappa, Taraxacum, Scorzonera, Sonchus etc.), Borragineen (E. horridula), Plantago, Verbascum, Galium Aparine, Apocyneen, Gentianeen. Asci 4—15, meist 8—12 mit 2—3 Sporen.

E. (?) Rubi Fckl. auf Blattunterseite und Stielen von Rubus Idaeus.

Erysiphella, Perithecien ohne Anhängsel.

Erysiphella aggregata Pk. auf den weiblichen Blüthenständen von Alnus serrulata.

§ 76. Microsphaera, Perithecien kuglig, mit mehreren Ascis. Anhängsel am Ende wiederholt dichotom getheilt.

1. Endästchen cylindrisch, meist verjüngt, nicht umgebogen.

Microsphaera Astragali (DC) Sacc. auf Astragalusarten. Mycelium spinnwebartig zart. Perithecien ca. 130 μ mit 10—16 Anhängseln, die am Aequator entspringen, öfter ganz ungetheilt sind, blass gelbbraun.

M. Berberidis (DC) Lév. Mit 5—15 steifen, hyalinen, am Ende 4—5mal dichotom getheilten Anhängseln. Asci 6—10.

M. Lonicerae (DC) Wint. (E. divaricata, M. Dubyi) auf Loniceraarten. Anhängsel aufsteigend, ca. 160 μ lang. farblos, 3—4mal getheilt. Asci 4—5.

M. Grossulariae (Wallr.) Wint. (E. penicillata) auf Stachelbeeren, Sambucus. Anhängsel 10—15, kurz, etwa 3mal dichotom getheilt, Endästchen mit zwei fast parallelen Zähnchen.

M. Lycii (Lasch) Wint. (E. Mougeotii) auf Lyciumarten. Asci 12—16, zweisporig.

2. Endästchen, das Anhängsel an der Spitze etwas angeschwollen und hier ganz kurz umgekrümmt.

M. Evonymi (DC) Sacc. (M. comata Lév.) auf Evonymus europaeus. Anhängsel bedeutend länger (wie bei folgender Art), als der Durchmesser des Peritheciums. Anhängsel 6—12mal länger. Asci 4—8, kurz gestielt, 50—60 μ lang, 30—36 μ breit, mit 4—6 stumpf elliptischen Sporen, 15—20 μ lang, 9—11 μ breit.

M. divaricata (Wall.) Lév. auf Rhamnus Frangula.

9—16 Anhängsel, die 5- oder mehrmal länger als der Durchmesser des Peritheciums sind. 4 Asci, kurz gestielt, viersporig.

M. Alni (DC) Wint. auf Alnus, Betula, Rhamnus cathartica, Viburnum, Carpinus, Juglans, Syringa, Lonicera, Ilex, Cornus, Sambucus etc. (M. Hedwigii Lév., Friesii Lév., penicillata Lév.). Anhängsel des Peritheciums wenig länger als dessen Durchmesser. 6—7mal getheilt. Enden zweitheilig, hakig gekrümmt. Mycel beiderseitig spinnwebartig. Asci 2—5, 4—8sporig.

M. Ehrenbergii Lév. Auf Lonicera tatarica. Mycel die Blattoberfläche überziehend, dauerhaft. Perithecien klein, mit 7—14 Anhängseln von der Länge des Durchmessers, die 2—3fach getheilt und mit gekrümmten Aesten versehen sind. 4 Asci mit 4—8 Sporen.

M. densissima Schw. auf Quercus laurifolia. Nordamerika.

M. Russellii Clint. auf Oxalideen, M. diffusa auf Phaseolus etc., M. Symporicarpi Sacc. auf Symphoricarpus, M. semitosta Bet. C. auf Cephalanthus, M. Vaccinii (C. et P.) Sacc. auf Vaccinium etc., M. elevata Burr. auf Catalpa, M. Euphorbiae Bet C. und diffusa C. et P. auf Euphorbia.

§ 77. Uncinula. Perithecien mit mehreren Asci. Anhängsel einfach oder 2—3gabelig, mit stark gekrümmten Aesten.

Uncinula Bivonae Lév. auf Ulmus campestris.

Mycel spinnwebartig zart, beiderseitig ausgebreitet. Perithecien zerstreut, kuglig, 80—95 μ und bis 25 Anhängseln von etwa der Länge des Perithecium-Durchmessers, am Ende verbreitert, zusammen-

gedrückt, glatt, eingerollt, kleinwarzig. 4 fast keglige Asci, 38—48 μ lang, 36 μ breit mit meist 2 Sporen.

U. intermedia B. et C. auf Ulmus americana.

U. macrospora Pk., mit beständigem Mycel und zahlreicheren Schläuchen und Anhängseln auf Ulmus americana.

U. Salicis (DC) Wint. (E. adunca p. p.) auf Salix, Populus, Betula.

Anhängsel einfach, an der Spitze stumpf oder eingerollt, von der doppelten Länge des Durchmessers. Asci 8—12, birnförmig, 66—90 μ lang, 38—52 μ breit, 4—5sporig. Sporen 13 μ lang, 10 μ breit.

U. Prunastri (DC) auf Prunus spinosa.

Aehnlich dem vorigen, aber Asci 8—16, 50 μ lang, 25 μ breit, 4—6sporig. Sporen ca. 13 μ lang, 10 μ breit.

U. Aceris (DC) Sacc. (U. bicornis) auf Acer campestre, platanoides, pseudo-platanus, rubrum. Mycel oft die ganzen Blätter überziehend oder in grossen Flecken meist derb. Perithecien gross, bis 200 μ, mit zahlreichen Anhängseln, die nach oben zu 2-, auch 3gabelig verästelt, mit etwas verschmälerten, cylindrischen, eingerollten Enden versehen sind. Asci zu 8—12, 75—90 μ lang, 50—64 μ breit, 6—8sporig. Sporen elliptisch 27—35 μ lang, 12—16 μ breit.

U. Tulasnei Fckl. auf Acer platanoides. Von U. Aceris hauptsächlich durch die kugligen Conidien unterschieden, die bei jener wie bei den anderen Uncinulaarten elliptisch sind. U. circinata C. et P. auf nordamerikanischen Ahornarten.

U. geniculata Ger. auf Morus alba, U. flexuosa Pk. auf Aesculus Hippocastanum.

U. Clintoni Pk. auf Tilia americana.

U. spiralis B. et Curt., U. Wallrothii auf amerikanischen Reben und (U. Ampelopsidis = spiralis) auf Ampelopsis quinquefolia.

U. (Pleochaeta Sacc. et Speg). Curtisii Berk. et Curt. auf Celtis in Nordamerika.

Phyllactinia. Perithecien anfangs kuglig, später niedergedrückt, fast linsenförmig, mit mehreren Asci. Anhängsel borstenförmig, am Grunde blasenförmig verdickt, nach oben verjüngt.

Phyllactinia guttata (Rebent.) Sacc. (Ph. guttata, E. vagans) auf verschiedenen Bäumen und Sträuchern, wie Corylus, Carpinus, Fraxinus, Fagus, Betula, Alnugo, Quercus, Hippophaï etc.

Saccardia mit mehrzelligen Sporen, Schläuche mehrere.

Saccardia quercina Cke. auf Quercus virens, S. Martini Ell. auf Quercus laurifolia. S. ferruginea Wint. auf Myrtaceen.

2. Familie: Perisporieen.

§ 78. a) Parasitische Arten, meist mit braunem, anliegendem Mycel, ohne die „Oidium"conidien der Erysipheen. (Russthau der Pflanzen.)

Hierher gehören die Gattungen

Dimerosporium, mit kugligen Perithecien ohne Mündung und Anhängsel, rundlich eiförmigen achtsporigen Ascis. Sporen zweizellig.

Thielavia, gleichfalls ohne besondere Anhängsel, mit braunen, einzelligen Schlauchsporen, zu acht in vergänglichen Ascis, Conidien und Chlamydosporen.

Lasiobotrys, Perithecien häutig, kuglig, am Rand eines kleinen, rundlichen Stromas zwischen den dieses umgebenden Haaren. Asci cylindrisch — Sporen oblong, einzellig, farblos.

Apiosporium, mit flachen, kugligen oder länglichen, sehr kleinen Perithecien mit einem acht- bis vielsporigen Schlauch. Sporen einzellig, farblos.

Asterina, Perithecien flach-halbkuglig oder niedergedrückt. Am Rand strahlig gefranst, auf braunem Mycel. Asci sackförmig, Sporen zweizellig, braun (Euasterina), ungefärbt (Asterella), Sporen einzellig, braun (Asteronia), durchscheinend (Asterula) oder mehrfächerig (Asteridium).

Capnodium, Perithecien in senkrechter Richtung mehr oder weniger verlängert, schlauch-, sack-, hornförmig etc., an der Spitze unregelmässig zerreissend. Asci länglich, birnförmig, achtsporig. Sporen länglich, mit Quer- und oft auch mit Längswänden — gefärbt.

Bei der Fries'schen Gattung Meliola sind die Perithecien kuglig, auf strahliger Unterlage, farblos oder zwei- bis fünffächerig, braun, oder mauerartig gefächert, braun.

Dimerosporium.

D. pulchrum Sacc. in Deutschland auf Ligustrum vulgare, sonst (z. B. in Italien) auf Cornus, Carpinus Lonicera. — D. capnoides Ell. auf Asclepias Cornuti. D. orbicularis B. et C. auf Ilex. D. Collinsi Thüm. auf Spiraea und Amelanchier. D. Langloisii Ell. et Mart. auf Acanthaceen. D. Bacharidis Sacc. auf

Bacharis in Nordamerika. D. subpilosum Wint. auf Chiococca in Brasilien. D. Ludwigianum Sacc. auf Lagenophora Billardieri in Südaustralien. D. Ellisii (Sacc.) auf Andromeda. D. verrucicolum Wint. auf Olea verrucosa am Kap der guten Hoffnung. D. aeruginosum Wint. auf Micania und D. Ulei Wint. auf Melastomaceen in Brasilien. D. afflatum Wint. in Brasilien. — D. maculosum (Speg.) Sacc. häufig mit Meliola Niessleana Wint. vergesellschaftet auf Rhododendron Chamaecistus bei Salzburg (auf der Meliola parasitisch Mitria aureola Wint.). — D. oreophilum Speg. auf Rhododendron in Nordamerika. — D. venturioides Sacc. et Berl. — D. clavuligerum Mart. auf Andromeda und Vaccinium. — D. nimbosum Ell. et Mart. auf Smilax in Nordamerika. — D. Populi Ell. et Ev. auf Populus, D. xylogenum Ell. et Ev. auf Salix in Nordamerika. — D. erysiphoides Ell. et Ev. auf Cynodon Dactylon. — D. tropicale Speg. auf Meliola bidentata auf Bignonia capreolata. Die Dimerosporiumarten sind häufig Pseudoparasiten von Meliolaarten.

Lasiobotrys.

L. Lonicerae Kze. auf lebenden Blättern verschiedener Loniceraarten. — L. affinis Hark. auf Lonicera hispidula in Nordamerika.

Asterina.

A. Veronicae (Lib.) Cke. auf Veronica officinalis und A. (?) rhamnicola Rbh. (Capnodium rhamnicolum Rbh.) auf Rhamnus Frangula werden von Winter als in Deutschland vorkommend aufgeführt. Sonst seien erwähnt: A. Hellebori Rehm auf Helleborus. A. cupressina Cke. auf Cupressus thyoides. — A. nuda Pk. auf Abies balsamea. — A. juniperina Cke. auf Juniperus. — A. subcuticulosa Cke. u. A. platystoma Cke. et Mass. in Australien. — A. Eugeniae Mont. in Blättern von Eugenia. — A. pulla u. A. Melastomatis Lév. auf Melastomaceen. — A. microthyrioides Wint. (Australien) u. A. Eucalypti Cke. et Mass. auf Eucalyptus. — A. infuscans Wint. auf Euclea undulata am Kap der guten Hoffnung. — A. Celastri E. et K. auf Celastrus scandens, Nordamerika. — A. stromatophora Ell. u. Mart. auf Gelsemium sempervirens. — A. discoidea Ell. u. Mart. auf Olea Americana etc. — A. oleïna Cke. u. A. purpurea Ell. et Mart. auf Osmanthus. — A. pseudocuticulosa Wint. auf Coffea arabica. — A. multilobata Wint. auf Malpighiaceen in Brasilien.

— A. erysiphoides B. et C. auf Nyssa multiflora Nordamerika. — A. lepidigena Ell. et Mart. auf Andromeda ferruginea, A. conglobata B. et C. auf Arctostaphylos. — Asterina Gaultheriae M. A. Curt. auf Gaultheria procumbens. — A. diplodioides B. et C. auf Leucothoë acuminata und Andromeda. — A. nigerrima Ell. auf Erigeron. — A. Scabiosae Richon auf Scabiosa ochroleuca. — A. Plantaginis Ell. auf Plantago major. — A. anomala Cke. auf Laurus. — A. ramularis Ell. auf Lindera Benzoin, A. carnea Ell. et Mart., A. delitescens Ell. et Mart. und A. tenella Cke. auf Persea. — A. pustulata Ell. et Mart., A. discoidea Ell. et Mart., A. patelloides Ell. et Mart., A. stromatophora Ell. et Mart., A. intricata Ell. et Mart. und A. subcyanea Ell. et Mart. auf Quercus, A. Xerophylli Ell. auf Xerophyllum. — A. Himantia (Pers.) Sacc. auf Peucedanum.

Der Gattung Asterina sehr nahe stehend, mit schildförmigen, angedrückten, oberflächlichen Perithecien mit mehr oder weniger regelmässig kreisförmigem Umriss, oft faserigem Rande, achtsporigen Ascis und hyalinen ein- bis zweizelligen Sporen, von den eigentlichen Perisporieen aber durch kleinen Porus im Centrum unterschieden ist die Gattung Microthyrium Desmaz.

Microthyrium Smilacis De Not. an Stengeln von Smilax aspera und M. baccarum Rehm an Wachholderbeeren mit einzelligen Sporen.

Mit zweizelligen Sporen:

M. Quercus Fckl. (M. microscopicum) an alten Quercusblättern, im Süden an immergrünen Pflanzen. — M. Cytisi Fckl. auf Cytisus und Genista. M. Citri Penzig auf Citrus. — M. Pinastri Fckl. (Conidienform Leptostroma Pinastri Desmaz.) auf faulenden Kiefernadeln. — M. Lunariae (Kze.) Fckl. an Stengeln von Lunaria rediviva. — M. Idaeum Sacc. et Roum. auf Blättern von Vaccinium Vitis Idaea.

§ 79. Thielavia.

Die Wurzelbräune der Lupinen, Erbsen etc.

Thielavia basicola Zopf. (Conidienformen Torula basicola Chlamydosporenform Helminthosporium fragile). Zopf hatte zuerst bei Senecio elegans im Botanischen Garten zu Berlin eine Wurzelbräune beobachtet, welche epidemisch auftrat und die Pflanzen tödtete. Das Mycel durchwuchert das Innere der Zellen in Cam-

bium und Holz der Wurzeln und bildet seine Fruktifikation, besonders Perithecien und Conidien, zum Theil in den Zellen. Haupt- und Nebenwurzeln werden von einem braunen oder schwarzen Pulver überzogen, das sich später mit weisslichem Reif (der Chlamydosporenform) bedeckt. Neuerdings hat Zopf gefunden, dass auch die Lupinen — deren oberirdische Theile häufiger von zwei anderen Mehlthaupilzen, Erysiphe Martii Lév. und communis befallen werden — an der Wurzelbräune erkranken können, und dass ausser Lupinus angustifolius, L. albus, L. thermis auch Trigonella coerulea, Onobrychis Crista galli, Pisum sativum und wahrscheinlich noch andere Papilionaceen von derselben Krankheit befallen werden können. Die unterirdischen Theile dieser Pflanzen nehmen eine mehr oder minder braune bis schwarzbraune Farbe an. Wenn die Bräunung ihren Höhepunkt erreicht hat, so verschrumpfen die Wurzeln und werden morsch, so dass sie sich nicht mit aus dem Boden reissen lassen. Die oberirdischen Theile der befallenen Pflanzen bleiben kümmerlich, bilden kleinere Stengel und kleine, oft gelbliche Blätter, blühen und fruchten spärlich. Der Urheber der Wurzelbräune ist in allen beobachteten Fällen dieselbe Pilzart, Thielavia basicola Zopf; von der kuglige, kleine, mündungslose Perithecien ohne besonders geformte Anhängsel, braune Conidienbildungen und farblose, endogene Sporenbildungen bekannt sind. Die Perithecien sind glänzend schwarz und bilden im Innern zahlreiche eiförmige Schläuche mit je acht gurkenkernförmigen, chokoladebraunen, mit einem grossen Oeltropfen versehenen Sporen. Die farblosen Chlamydosporen werden in pistolenförmig gebogenen Seitenzweigen des Mycels in dem oberen verjüngten Theil in einer Reihe zu drei bis fünf gebildet und schlüpfen am Ende aus (vgl. Endoconidium, Pyxidiophora etc.). Die dritte Sporenform besteht aus Reihen von drei bis sechs breiten, kurz-cylindrischen, braunen Sporen auf farblosen, aus ein bis mehreren Zellen bestehenden Trägern. Die Fruktifikation dieser sich später oft von einander trennenden Dauersporen erinnert an ein Phragmidium.

§ 80. Apiospòrium.

Nach Fuckel enthalten die Perithecien einen vielsporigen Ascus (doch ist es Winter zweifelhaft, ob ein solcher vorhanden). Die Conidienformen gehören den alten Gattungen Torula, Antennaria, Fumago an.

A. Fumago Fuckel, Russthau auf dürren Blättern von Fagus

silvatica und auf lebenden von Ilex aquifolium. Die Conidienform bildet russartige Ueberzüge (Torula). — A. Ulmi Fuck. (Conidienform Torula ulmicola Rbh.), Russthau auf lebenden Aesten von Ulmus. — A. quercicolum Fuck., Russthau auf lebenden Quercusblättern. Die Conidienform, die vielleicht mit Capnodium quercinum identisch ist, besteht aus gegliederten Hyphen und länglich-eiförmigen oder unregelmässigen, zwei bis dreimal septirten 48 μ langen und 24 μ dicken Conidien, die an der Oberseite der grünen Blätter einen schwarzen Ueberzug bilden. — A. pinophilum (Nees) Fckl., an Nadeln und Zweigen der Tanne und Nadeln der Fichte Russthau bildend, Perithecien zerstreut punktförmig auf der Oberseite der Nadeln, Ascus kuglig, gross, vielsporig (Conidienform als Antennaria pinophila und Torula pinophila, Racodium pityophilum Wallr. beschrieben). — A. Rhododendri (Kze.) Fckl., auf Rhododendron ferrugineum Russthau bildend (Conidienform Torula Rhododendri). — A. tremulicolum Fckl. auf Populus Tremula. Die Conidienform bildet auf der Oberseite der lebenden Blätter zarte, schwärzliche Flecken (Asterosporium Hoffm.) — A. Brassicae (Lib.) Fckl. (Conidienform Hormiscium laxum Wallr.) an faulenden Kohlstengeln. — A. Corni Wallr. auf Cornus sanguinea. A. Salicis Kze. (Weide), A. Mali Wallr. (Apfelbaum), A. stygium Fckl. (Eiche), A. Abietis Kze. (Tanne), A. velutinum Wallr. (Eichenholz) bilden schwärzliche Ueberzüge auf alter Rinde und auf Holz.

Meliola.

Meliola Camelliae Sacc. (Fumago) auf Blättern und Zweigen von Camellia japonica und Citrus. M. Citri Sacc. auf Citrus überzieht die Blätter mit aschgrauer Sammetkruste (Mal di Cenere, Aschenkrankheit), M. Penzigi Sacc. auf Citrus, M. fuliginoides Sacc. auf Acer (Capnodium Jul. Rehm), M. Mori Sacc. auf Morus alba (Capnodium), M. amphitricha Fr. auf Quercus Olea, Persea, Cladium, M. manca Ell. et Mart. auf Quercus und Myrica cerifera, M. Abietis Sacc. auf Zweigen von Abies, M. fenestrata C. et Ev. auf Pinus. M. Niessleana Wint. auf Rhododendron Chamaecistus. M. cladotricha Lév. auf Melaleuca in Australien und Neu-Guinea. M. triloba Wint. und M. aciculosa Wint. auf ausländischen Cucurbitaceen. — M. asterinoides Wint. und M. stenospora Wint. auf Piperaceenblättern. — M. anastomosans Wint. auf exotischen Labiaten. — M. velutina Wint. auf Cannaceenblättern. — M. clavulata Wint. auf Convolvulaceen. — M. Molleriana Wint. auf Malvaceen. — M. bicornis Wint. auf

Leguminosen. — M. palmicola Wint. (M. furcata) auf Bignonia und Sabal serrulata. — M. Andromedae Pat. (Isle de France). — M. Evodiae Pat. (Samoa). — M. Bambusae Pat. (Tonkin). M. Cookeana Speg. auf Callicarpa Americana. — M. cryptocarpa Ell. et Mart. auf Gordonia Lasianthus. — M. Mitchellae Cke. auf Mitchella repens. — M. tenuis B. et C. auf Arundinaria.

Auf den Arten von Meliola finden sich häufiger epiphytisch die von Dimerosporium, während Arten von Nectria (z. B. Nectria aureola Wint. auf Meliola Niessleana) auf den Meliolaarten schmarotzen.

§ 81. Capnodium.

Der gemeine Russthau, Capnodium salicinum (Alb. et Schw.) Mont.

Als „Russthau“ bezeichnet man im Allgemeinen die auf den verschiedensten Pflanzen, besonders den Holzgewächsen, oft in grosser Ausdehnung auftretenden russförmigen, schwarzen Ueberzüge, die Laub, Aeste und Stengel bald als Krusten, bald als feiner, dunkler Staub bedecken und sich von der Unterlage mehr oder weniger leicht abheben lassen. Sie werden durch Pilze aus verschiedenen Abtheilungen, besonders aber durch Apiosporium, Meliola und vor Allem durch Capnodium gebildet. Am genauesten ist die Entwicklung von Capnodium salicinum (Alb. et Schw.) Mont. (Fumago salicina Tul., Fumago vagans Pers., Cladosporium Fumago Lk., Torula Fumago Chev., Capnodium sphaeroideum De Lacr. etc.), dem Russthau des Hopfens bekannt, der aber auch im Sommer auf Weiden, Pappeln, Ulmen, Birken, Linden, Eichen, Pflaumen, Weissdorn, Aepfeln etc. auftritt und sehr schädlich wird. Auch viele der anderen jetzt unter verschiedenen Speciesnamen aufgeführten Russthauarten, deren Schlauchfrüchte noch nicht beobachtet sind, dürften zu dieser Art zu zählen sein.

Das Mycelium des gemeinen Russthaues besteht aus kurzgliedrigen, verzweigten, durch Anastomosen zu einem fast parenchymatischen Gewebe verbundenen Hyphen, die anfangs eine weissliche, durchscheinende Schicht bilden, später sich bräunen und bald eine dichte, schwarze, dünne Kruste bilden, die sich zuletzt in Stücken von der Blattoberfläche ablöst. Von diesem Mycel aus entstehen zuerst verschiedenartige Brutzellen, theils in rosenkranzartigen Ketten, theils in grösseren Knäueln und Klumpen schwarzer

Zellen, später treten Bündel fädiger Conidienträger, ferner Conidienfrüchte mit grossen mehrzelligen Sporen, Conidienfrüchte mit sehr kleinen, einzelligen Sporen und Schlauchfrüchte auf. In Zuckerlösungen kommen noch hefenartige Sprossungen zu Stande.

Die Perithecien sind vertikal verlängert, mitunter verzweigt, am Scheitel meist lappig zerreissend. Asci verkehrt eiförmig sitzend, 40—60 μ lang, 20—25 μ breit, 6—8sporig. Sporen zusammengeballt, verkehrt eiförmig, beidendig stumpf, mit 3—4 Querwänden, oft auch mit einigen Längswänden, an den Wänden eingeschnürt, schwarzbraun, 22—26 μ lang, 9—13 μ breit. Die Conidienfrüchte sind in ihrer Gestalt den Perithecien ähnlich, die mit kleinen, einzelligen Sporen sind klein, an der Mündung mit einem Kranz blasser, divergirender Hyphen, ihre Sporen sind farblos, $3^{1}/_{2}$ μ lang, die übrigen Conidienfrüchte öffnen sich am Scheitel mit mehreren Lappen, ihre Sporen sind länglich oder eiförmig, mit 3—5 Querwänden, braunschwarz, 13—16 μ lang 6—10 μ breit.

Andere Arten dieser Russthaugattung sind:

Capnodium Tiliae (Fckl.), Sacc. mit kleinen, unverzweigten Perithecien, 16sporigen Ascis, deren Sporen 3—4 Querwände haben und ca. 14 μ lang und 7 μ breit sind. Im Winter auf Zweigen, im Frühjahr auf dem Laub der Linden etc.

C. elongatum Berk. et Desm., Perithecien verlängert, zugespitzt, auf verschiedenen Bäumen und Kräutern, z. B. auch auf Wein, Pfirsich, Rubus, Tulpenbaum, Pirus, Smilax, Tussilago, in Australien auf Eucalyptus.

C. Footii Berk. et Desm., auf immergrünen Pflanzen unserer Gewächshäuser.

C. pelliculosum B. et Rav., auf Prunus Americana und Magnolia glauca.

C. Armeniacae Thiem., auf Aprikosen.

C. Pomorum B. et C., auf den Blättern der Birn- und Aepfelbäume.

C. puccinoides Ell. et Ev., auf Frasera speciosa. — C. Tuba Cke. et Hark, auf Umbellularia heliformis. — C. Persoonii B. et Desm., auf Coryllus, Carpinus.

C. Avellanum B. et Desm., auf Salicaceen.

C. Carolinense B. et Desm., auf Quercus.

C. quercinum (Pers.) B. et Desm., wie auch C. Neerii Rbh., C. Lonicerae (Fckl.) gehören überhaupt nicht zur Gattung Capnodium (cfr. Apiosporium).

C. Taxi Berk., auf Taxus baccata; C. Araucariae Thüm., auf Araucaria excelsa.

C. australe Mont., auf Pinus etc., in England ist der Pilz besonders schädigend auf Thujaarten, wie T. aurea und elegantissima, aufgetreten.

Die Pilze und die Blatt- und Schildläuse.

§ 82. Nach den neueren Untersuchungen von Büsgen ist der Honigthau, welcher in Form klebriger Tröpfchen auf verschiedenen Pflanzentheilen auftritt oder in Form feiner Tröpfchen von den Bäumen herabtropft, das Excrement der Blatt- und Schildläuse (die Urheber der herabfallenden Tropfen der sogen. Regenbäume, Pithecolobium Saman, Andina inermis, Caesalpinia pluviosa etc., sind Cicaden), bestehend aus dem im Magen invertirten Zucker der Wirthspflanzen, Dextrin etc., ein Schutzmittel der Pflanzen gegen feindliche Insekten, indem durch die Honigthauflecke, ebenso wie durch extranuptiale Nektarien ein Schutzgarde von Ameisen herangezogen wird. (Daneben wird durch die Rückenröhren namentlich solcher Pflanzenläuse, deren Honigthau die Ameisen nicht anlockt, wie Aphis Pruni, A. Evonymi, ein an der Luft erhärtender wachsartiger Stoff als Schutz der Blattläuse gegen die Larven der Coccinellen und Florfliegen ausgeschieden.)

Der Honigthau wird durch den After (nicht durch die Rückenröhren) ausgespritzt, oft auf weitere Entfernung, und wird dann auch durch den Wind verbreitet, so dass zahlreiche Pflanzen, auch solche, welche selbst keine Blattläuse beherbergen, von dem Honigthau befallen werden.

Die Russthauarten (Capnodiumarten) sind (nebst einigen Sprosspilzen) die Coprophilen der Pflanzenläuse, indem sie nur da (auf den Pflanzen) auftreten, wo Honigthau vorhanden ist. Büsgen hat, um zu unterscheiden, ob die Capnodiumarten auch parasitisch leben können, auf Lindenblätter rechts und links von der Mittelrippe Tröpfchen gebracht, auf einer Seite von reinem Wasser, auf der anderen von einer Honigthaulösung der Camelliaschildlaus und in jedes Tröpfchen Russthausporen gebracht; nach 8 Tagen waren die Honigthautröpfchen üppig von der Russthauvegetation befallen, die die Umgrenzung des Honigthaues einhielt, während in dem Wasser der Pilz nicht zur Entwicklung kam. Der Russthau ist durch seine schwarze Farbe gegen das Sonnenlicht besonders geschützt (vgl. auch die Schutzfarben der Rost-

pilze), da er auf die äussere Blattfläche angewiesen ist. Obwohl er kein Schmarotzer ist, schädigt er doch die befallenen Pflanzen durch Hemmung der Assimilation. Entzieht man am Abend eines sonnigen Tages Blättern, die nur theilweise mit Russthau bedeckt sind, das Chlorophyll durch Alkohol und unterwirft sie dann der Jodprobe (auf Stärke), so erhält man nach dem Abwaschen, welches den Russthau leicht entfernt, ein negatives Bild ihres früheren Aussehens. Die mit Russthau bedeckt gewesenen Stellen erscheinen gelblich, während die anderen eine mehr oder weniger intensive Blaufärbung zeigen. Der Farbenunterschied lässt erkennen, wie gross die Herabsetzung der Assimilationsthätigkeit gewesen ist, die durch das Abhalten der Sonnenstrahlen durch den Russthau bewirkt wurde. Der Honigthau hat nicht bei allen Blattläusen eine zur Entwicklung des Russthaues geeignete Zusammensetzung; so findet sich kein Russthau auf den Blättern des Prunus Padus (Blattlaus Aphis Padi) und Evonymus europaeus (Aphis Evonymi), die auch von Ameisen nicht besucht werden. Soll eine Pflanze von Russthau frei bleiben, so ist es nöthig, dieselbe von blattlausbewohnten Bäumen etc. fern zu halten.

Ausser den Coprophilen giebt der Honigthau noch denjenigen parasitischen Pilzen einen geeigneten Nährboden ab, die einer saprophytischen Aufzucht bedürfen, bevor sie infectionstüchtig werden, so der Botrytis cinerea (vgl. die Untersuchungen von Kissling bezüglich der Botrytis cinerea), dem Urheber der Blattfleckenkrankheit der Maulbeerbäume, Septoria mori etc. Jedes Tröpfchen der ausgezeichneten Nährlösung kann zum Herd einer gefährlichen Erkrankung werden, so dass z. B. das Auftreten der Botrytis in Gewächshäusern in hohem Grade von der Menge des vorhandenen Honigthaues abhängig ist. Wie durch die heteroecische Entwicklung gewisser Blattläuse, die erst auf der einen, dann auf der anderen Pflanze ihre Generationen verbringen, zwei Pflanzen einander zu Feinden werden können, wie Hopfen und Schlehe etc., so kann auch die Nähe einer Pflanze einer anderen schädlich werden, indem der Honigthau in den Pflanzenläusen der ersteren auf die zweite gelangt. So litten nach Kühn die unter Prunus domestica und Reineclauden gezogenen Maulbeerpflanzen sehr unter dem von ersteren herabgefallenen Honigthau. „Im Umkreis der Bäume“, sagt Kühn, „genau dem Umfang der Krone angemessen, fand sich ein Kreis kranker Pflanzen, der gegen den Stamm sich verlor. Wäre es gleichmässig ein Fleck gewesen, so

hätte ich es dem Schatten der Bäume zugeschrieben, so aber war es ein Ring. In diesem Ring entwickelte sich stets zuerst an den Pflanzen die Septoria mori", der Urheber der Fleckenkrankheit in dem Honigthau.

Anhang zu den Russthaupilzen.

Die der Erscheinung des „Russthaues" verwandte „Schwärze" vgl. bei der Gattung Pleospora. — Russthauartige Ueberzüge werden noch durch eine Anzahl von Pilzformen gebildet, deren Zugehörigkeit zur Zeit noch unbekannt ist, die aber zum Theil zu Capnodium, Apiosporium etc. gehören dürften.

Verwandt mit den zu Apiosporium gehörigen Conidienformen Antennaria ulmicola (zu Apiosporium Ulmi), A. pinophilum (zu Apiosp. pinophilum) ist:

Antennaria pithyophila Nees (Torula fuliginosa Lasch), an Nadeln und Zweigen von Abies. — A. elaeophila Mont., auf Blättern und Zweigen von Olea europaea. — A. ericophila Lk., an Stämmen von Erica arborea.

Torula Correae De By., an Correaarten, und Stemphylium ericoctonum A. Br., an Ericaarten, treten in Gewächshäusern epidemisch als Russthaubildner auf.

Das Mycel von Apiosporium pinophilum bildet in besonders dichten Tannenforsten lange, dünne, pechschwarze Fäden, die Zweige und Nadeln umspinnen und einhüllen, so dass kein Tannenzweig mehr zu erkennen ist, eine Form, die früher als Racodium therogenum Thüm. bezeichnet wurde. Eine ähnliche Mycelform eines Ascomyceten bildet den in Wein- und Bierkellern häufigen schwarzgrünen bis olivengrünen, etwa 2 mm dicken, aber oft metergrossen weichen lappen- oder zunderartigen Ueberzug alter Fässer, der Korke alter Weinflaschen, Holzlager. Sie heisst Racodium cellare Pers., das „Kellertuch", nach der Meinung Schröter's ein bei uns nur in der Mycel- und Conidienform auftretender Pilz, der mit südlichen Weinen zu uns gelangt ist. Die Schlauchform ist noch nicht bekannt.

Torula spongicola Dufour verdirbt die Badeschwämme, die sie mit einem schwarzkörnigen Ueberzug überzieht. Der Pilz befällt und verdirbt oft die sämmtlichen Schwämme einer Handlung. Carbolsäure, Salicylsäure oder kochendes Wasser tödten denselben.

Torula pulvinata Sacc. (= Wallemia ichthyophaga Johan

Olsen) bildet an der Oberfläche der Stockfische schwarze Auswüchse von 1—3 mm Durchmesser, welche aus einem parenchymatischen Stroma bestehen. Von letzterem gehen Conidienträger mit Resten brauner Sporen aus. Das Mycel dringt ins Innere des Fremdkörpers. Die Infection geht in den Aufbewahrungsräumen der Stockfische vor sich und kann nur durch grosse Reinlichkeit verhindert werden. Der norwegische Handel erleidet durch diesen Parasiten grosse Verluste.

§ 83. Uebersicht der parasitischen Perisporiaceen nach den Familien der Wirthspflanzen.

Ranunculaceae:
- Erysiphe communis (Wallr.) Wint.

Magnoliaceae:
- Phyllactinia suffulta (Reb). Sacc. (= Ph. guttata).
- Apiosporium salicnum Kze.
- Capnodium elongatum B. et Desm.

Anonaceae:
- Capnodium Fuligo B. et Desm.

Berberideae:
- Phyllactinia suffulta (Reb.) Sacc.
- Microsphaera Berberidis (DC.) Wint.

Cruciferae:
- Erysiphe communis (Wallr.) Fr.
- E. Martii Lév.

Hypericaceae:
- Erysiphe Martii Lév.

Malvaceae:
- Erysiphe Cichoracearum DC., auf Napaea dioica Amerika.

Tiliaceae:
- Uncinula Clintonii Pk., auf Tilia Americana in Am.
- Capnodium Tiliae (Fckl.) Wint., verwandt damit C. Footii Berk. et Desm., auf immergrünen Gewächshauspflanzen.

Camelliaceae:
- Meliola Camelliae Sacc., auf Blättern und Zweigen von Camellia japonica.

Geraniaceae:
- Erysiphe communis (Wall.) Fr.
- Sphaerotheca Castagnei Lév.

Balsamineae:
- Sphaerotheca Castagnei Lév.

Oxalideae:
- Microsphaera Russelii Clint.

Rutaceae:
- Capnodium Citri Berk. et Desm.
- C. elongatum Berk. et Desm.
- Meliola Camelliae Sacc.
- M. Citri Sacc. (Aschenkrankheit).
- M. Penzigi Sacc., sämmtlich auf Citrus.

Ilicineae:
- Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Ilex.
- M. Nemopanthis Pk., auf Nemopanthes Canadensis.
- Phyllactinia suffulta (Reb.) Sacc.
- Asterina orbicularis Berk. et Curt.
- A. pelliculosa Berk.
- A. cuticulosa Cke.
- Apiosporium Fumago Fckl.
- Capnodium elongatum Berk. et Desm.

Celastraceae:
- Phyllactinia suffulta (Reb.) Wint.
- Microsphaera Alni (DC.) Wint.
- M. Evonymi (DC.) Wint. (= M. comata.
- Asterina Celastri Ell. et Kellerm.

Rhamnaceae:
- Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Rhamnus cathartica.
- M. divaricata (Wallr.) Wint., auf Frangula Alnus.
- Asterina (?) rhamnicola Robert.
- Capnodium Rhamni Cke. et Hark.

Vitaceen:
- Uncinula spiralis B. et C. (U. Ampelopsidis).
- U. Wallrothi Lév.
- Erysiphe necator Schr., auf Trauben.
- Oidium Tuckeri Berk.
- Capnodium elongatum B. et Desm.

Sapindaceae:
- Uncinula circinata C. et P., auf Acer.
- U. flexuosa Ck., auf Aesculus.
- U. Aceris DC. (= bicornis), auf Ahornarten.
- U. Tulasnei Fckl., auf Acer platanoides (mit kugligen Conidien).
- Erysiphe communis (Wallr.) Wint.
- Meliola fuliginoides Sacc.

Papilionaceae:
- Erysiphe Martii Lév., auf Erbsen, Bohnen, Klee, Lupinen, Traganth, Erven etc.
- Microsphaera Astragali (DC.), Trev.
- M. diffusa C. et P., auf Desmodium, Lespedeza, Phaseolus perennis.
- M. Mougeotii Lév., auf Desmodium.
- M. Ravenelii of Lathyrus, Vicia Americana, Astragalus.
- Antennaria cytisophila Fr. Zweige von Cytisus incana.

Amygdaleen:
- Podosphaera Oxyacanthae (DC.) De By.
- P. tridactyla (Wallr.) Kze., auf Schlehen, Zwetschen, Pflaumen in Nordamerika.
- P. Cerasi Lév., auf Prunus Cerasus etc.
- Spaerotheca pannosa (Wallr.) Lév., auf Prunus und Persica.
- Uncinula Prunastri de By, auf Prunus domestica und P. spinosa.
- Capnodium elongatum B. et Desm., auf Prunus und Persica.
- C. pelliculosum B. et Rav., auf Prunus Americana, Nordamerika.
- C. Armeniacae Thun., auf Aprikosen.

Rosaceae:
- Erysiphe Rubi Fckl., auch Rubus Idaeus.
- Podosphaera Oxyacanthae (DC.) De By, auf Weissdorn, Birne, Eberesche, Mistel.
- P. Spiraeae DC.
- P. tridactyla (Wall.) Wint. (= P. Kunzei), auf Spiraea.
- Dimerosporium Collinsi Thüm., auf Spiraea.
- Sphaerotheca Humuli (DC.) Burr., auf Agrimonia.
- S. Castagnei Lév., auf Potentilla, Poterium.
- S. pannosa (Wallr.) Lév., auf Rosa und Rubus.
- Asterina Pearsonii El. et Ev., auf Rubus.
- A. rubicola Ell. et Ev., auf Rubus occidentalis.
- Capnodium elongatum B. et Desm., auf Rubus.
- C. Heteromeles Cke. et Hark auf Heteromeles arbutifolia.

Pomaceae:
- Podosphaeria Oxyacanthae (DC.) De By, auf Cydonia, Crataegus, Amelanchier.
- Phyllactinia suffulta (Reb.) Sacc., auf Crataegus.
- Sphaerotheca Niesslii, an den Blättern von Pirus Aria.
- Capnodium Pomorum B. et C., auf den Blättern der Birn- und Apfelbäume.

Ribesiaceae:
- Microsphaera Grossulariae Lév., auf Stachelbeerblättern.
- Phyllactinia suffulta (Reb.) Sacc., auf Ribes.
- Sphaerotheca Castagnei Lév. auf Ribes.
- S. Mors-Uvae (S.) B. et C., auf Ribes Uvacrispa und Rib. cereus.

Myrtaceae:
- Asterina Eugeniae Mart.

Melastomaceae:
Asterina pulla Lév.
A. Melastomatis Lév.
Onagraceae:
Erysiphe communis (Wallr.) Wint., auf Circaea.
Sphaerotheca Epilobii (Lk.) De By., auf Epilobium.
Cucurbitaceae:
Sphaerotheca Castagnei Lév.
Asterina Wrightii B. et C., auf Cucurbita etc.
Cactaceae:
Sphaerotheca Castagnei Lév.
Perisporium Wrigthii B. et C.
Umbelliferae:
Erysiphe Umbelliferarum De By.
Cornaceae:
Erysiphe tortilis (Wallr.) Wint., auf Cornus sanguinea.
Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Cornus.
Dimerosporium pulchrum Sacc., auf Cornus.
Asterina erysiphoides B. et C., auf Nyssa multiflora.
Apiosporium Corni Wallr., auf Cornus (Blattunterseite).
Caprifoliaceae:
Microsphaera Grossulariae Lév., auf Sambucus Canadensis.
M. Symphoricarpi Sacc., auf Symphoricarpus.
M. Alni (DC.) Wint., auf Sambucus, Viburnum, Lonicera.
M. Lonicerae (DC.) Wint., auf Lonicera tartarica.
Lasiobotrys affinis Hark., auf Lonicera hispidula.
L. Lonicerae Kze., auf Lonicera.
Dimerosporium pulchrum Sacc., auf Lonicera.
Rubiaceae:
Erysiphe Cichoracearum DC., auf Galium Aparine.
E. communis (Wallr.) Fr., auf Galium.
Microsphaera semitosta B. et C., auf Cephalanthus.
Valerianaceae:
Erysiphe communis Wallr. Wint.
Dipsaceae:
Erysiphe communis Wallr. Wint.
Asterina Scabiosae Richon, auf Scabiosa ochroleuca.
Compositae:
Erysiphe Cichoracearum DC., auf Actinomeris, Ambrosia, Artemisia, Bigelovia, Chrysopsis, Cnicus, Erigeron, Eupatorium, Helenium, Helianthella, Helianthus, Iva, Rudbeckia, Solidago, Verbesina, Vernonia, Hieracium, Lactuca, Sonchus, Scorzonera, Lappa.
E. Linkii Lév., auf Artemisia, Aster, Tanacetum.
E. fuscata B. et C., auf Bidens.
E. sepulta Ell. et Ev., auf Bigelovia.
E. communis (Wallr.) Wint., auf Eupatorium, Erechthites.
E. spadicea B. et C., auf Xanthium Canadense.
Sphaerotheca Castagnei Lév., auf Bidens, Coreopsis, Erechthites, Hieracium.
Asterina nigerrima Ell., auf Erigeron.
Dimerosporium Baccharidis Sacc., auf Baccharis, Amerika.
D. Ludwigianum Sacc., auf Lagenophora, Billardieri, Südaustralien.
Thielavia basicola Zopf an der Wurzel von Senecio elegans (Torula basicola und Helminthosporium fragile).
Erysiphe myrtillina (Schubert) Wint., auf Vaccinium Myrtillus und V. Vitis Idaea.
Microsphaera Vaccinii (C. et P.)., auf Vaccinium, Epigaea, Gaylussacia.
M. penicillata (Wallr.) Lev. (= M. Oxyacanthae?), auf Andromeda.
Asterina lepidigena Ell. et Mart., auf Andromeda ferruginea.

A. conglobata B. et C., auf Arctostaphylos uva ursi.

A. Gaultheriae M. A. Curtis, auf Gaultheria procumbens.

A. diplodioides B. et C., auf Leucothoë acuminata.

Dimerosporium clavuligerum Mart., auf Andromeda und Vaccinium.

D. oreophilum Speg., auf Rhododendron lapponicum.

D. maculosum (Speg.) Sacc., auf Rhododendron.

Apiosporium Rhododendri (Kze.) Wint. (Conidienform: Torula Rhododendri).

Antennaria ericophila, auf Erica arborea (Conidienform unbekannter Zugehörigkeit).

Stemphilium ericoctonum A. Br., auf den Eriken der Gewächshäuser.

Myrsinaceae:

Asterina pauperula Ell. et Ev., auf Jacquinia pauperula.

Ebenaceae:

Podosphaeria Oxyacanthae (DC.) De By., auf Diospyros Virginica.

Oleaceae:

Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Syringa, Forestia.

Phyllactinia suffulta (Reb.) Sacc., auf Eraxinus.

Dimerosporium pulchrum Sacc., auf Ligustrum.

Asterina discoidea Ell. et M., auf Olea Americana, auf Osmanthus Americanus.

A. oleina Cke., auf Osmanthus.

A. purpurea Ell. et Mart., auf Osmanthus.

Capnodium elongatum B. et Desm.

Antennaria elaeophila Mont., auf Blättern und Zweigen von Olea europaea.

Apocynaceae:

Erysiphe Montagnei Lév., auf Apocynum.

Capnodium Nerii Rbh. (= C. elongatum var Nerii), auf Oleander.

Loganiaceae:

Asterina stomatophora Ell. et Mont., auf Gelsemium sempervirenus.

Gentianaceae:

Erysiphe Cichoracearum DC., auf Phlox Drummondi.

E. communis (Wallr.) Wint., auf Phlox.

Sphaerotheca Castagnei Lév., auf Gilia.

Capnodium puccinioides Ell. et Ev., auf Frasera speciosa.

Hydrophyllaceae:

Erisyphe Cichoracearum DC., auf Hydrophyllum virginicum und Phacelia circinata.

Borraginaceae:

Erisyphe Cichoracearum DC., auf Echinospermum, Lithospermum etc.

E. horridula Lév., auf Asperugo, Symphytum etc.

Solanaceae:

Microsphaera Lycii (Lasch.) Wint., auf Lycium barbarum und L. ruthenicum.

Scrofulariaceae:

Erysiphe Cichoracearum DC., auf Verbascum, Mimulus, Chelone.

E. Gerardiae S., auf Gerardici querafolia.

E. Labiatarum S., auf Veronica serpyllifol.

Sphaerotheca Castagnei Lév., auf Veronica. Gerardia.

Asterina Veronicae (Lib). Wint., auf Blättern von Veronica officinalis.

Bignoniaceae:

Phyllactinia suffulta (Reb.) Wint., auf Catalpa.

Microsphaera elevata Burr., auf Catalpa.

Capnodium elongatum B. et Desm., auf Bignonia.

C. axillatum Cke., auf Catalpa.

Acanthaceae:
Dimerosporium Langloisii Ell. et Mart.
Verbenaceae:
Erysiphe Cichoracearum DC., auf Verbena.
Labiatae:
Erysiphe Galeopsidis DC., auf Galeopsis, Scutellaria, Stachys, Teucrium, Lamium.
E. Cichoracearum (DC.), in Nordamerika hauptsächlich auf Teucrium und (im Westen) Stachys palustris.
Plantaginaceae:
Erysiphe Cichoracearum DC., auf Plantago major.
Sphaerotheca Castagnei Lév., auf Plantago.
Asterina Plantaginis Ell., auf Plantago major.
Lauraceae:
Asterina anomala Cke., auf Laurus.
A. ramularis Ell., auf Lindera Benzoin.
A. carnea Ell. et Mart., auf Persea carolinensis.
A. delitescens Ell. et Mart., auf Persea carolinensis.
Capnodium Tuba Cke. et Hark, auf Umbellularia helioformis.
Polygonaceae:
Erysiphe communis (Wallr.) Wint., auf Polygonum avicnlare.
Euphorbiaceae:
Microsphaera diffusa C. et P., auf Euphorbia corollata.
M. Euphorbiae B. et C., auf Euphorbia corollata etc.
Urticaceae:
Erysiphe Cichoracearum DC., auf Humulus und Pilea.
E. Martii Lév., auf Urtica.
Spaerotheca Castagnei Lév., auf Humulus.
Phyllactinia suffulta (Reb.) Wint., auf Ulmus.
Uncinula intermedia B. et C., auf Ulmus.
U. macrospora Pk., auf Ulmus.
U. Bivonae Lév., auf Ulmus.
U. polychaeta B. et C., auf Celtis.
U. geniculata Ger., auf Morus.
Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Ulmus.
Apiosporium Ulmi Fckl.
Meliola Mori Sacc., auf Knospen und Zweigen von Morus alba in Italien.
Juglandeae:
Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Carya alba und Juglans.
Betulaceae:
Uncinula Salicis (DC.) Wint., auf Betula.
Phyllactinia suffulta (Reb.) Wint., auf Betula.
Microsphaera Alni (DC.) Wint., auf Alnus.
Erysiphella aggregata Pk., in den weibl. Blüthenständen von Alnus serrulata.
Cupuliferae:
Phyllactinia suffulta (Reb.) Wint., auf Fagus, Quercus, Carpinus, Betula, Castanea, Corylus.
Microsphaera Alni (DC.) Wint, auf Carpinus, Corylus.
M. erineophila (Pk.) Lk.
M. quercina (S.) Burr. (= M. abbreviata), auf Quercus.
M. densissima S. (C. et P.), auf Quercus.
Erysiphe trina Hark., auf Quercus.
Asterina discoidea Ell. et Mart.
A. erysiphiodes Ell. et Mart.
A. pustulata Ell. et Mart., auf Quercus.
A. stromatophora Ell. et Mart.
A. subcyanea Ell. et Mart., auf Quercus.
Meliola amphitricha Fr., auf Quercus.
M. manca Ell. et Mart., auf Quercus.
Dimerosporium pulchrum, Sacc., auf Carpinus.

Saccardia quercina Cke., auf Quercus virens.

Apiosporum quercicolum Fckl.

A. Fumago Fckl.

Capnodium Persoonii B. et Desm., auf Corylus und Carpinus.

C. Carolinense Bet. et Desm., auf Quercus.

C. quercinum (P.) B. et Desm., auf Quercus.

Salicaceen:

Uncinula Salicis (DC.) Wint., auf Salix und Populus.

Podosphaera Schlechtendalii Lév., auf Salix alba und viminalis.

Dimerosporium Populi El. et Ev.

D. xylogenum Ell. et Ev., auf Salix.

Capnodium avellanum B. et Desm.

C. salicium Alb. et Schw. Wint., auf Populus.

C. elongatum, B. et Desm.

Apiosporium tremulicolum Fckl.

Liliaceae:

Erysiphe communis (Wallr.) Wint. f. Liliacearum, auf Uvularia etc.

Dimerosporium nimbosum Ell. et Mart., auf Smilax.

Asterina Xerophyllii Ell., auf Xerophyllum.

Capnodium elongatum B. et Desm., auf Smilax.

Gramineae:

Erysiphe graminis DC., auf wilden Gräsern und Getreidearten.

Perisporium Zeae B. et C., auf Zea Mays.

Dimerosporium erysiphoides Ell. et Ev. auf Cynodon Dactylon.

Coniferae:

Asterina cupressina Ck, auf Cupressus thyoides.

A. nuda Pk., auf Abies balsamea.

Meliola fenestrata C. et F., auf Pinus.

M. Abietis Sacc., bildet schwarzpulvrige Krusten auf Pinuszweigen.

Apiosporium pinophilum (Nees), Conidienform = Antennaria und Torula pinophila.

Capnodium Pini B. et C., auf Pinus.

C. Taxi B.

C. Araucariae Thum., auf Araucaria excelsa.

§ 84. b) Saprophytische Arten.

Von den saprophytischen Gattungen der Perisporieen haben ein hervorragendes Interesse die Gattungen Euaspergillus, Eurotium und Eupenicillium, deren Conidienformen zu den gemeinsten Schimmelbildungen gehören, deren Vegetation die Ursache der Vermoderung und Verwesung und Verderbniss der Speisen ist, deren Arten zum Theil besondere Gährungen verursachen, zum Theil aber auch als Krankheitserreger bei Thieren und Menschen zu fürchten sind. Von geringerer Bedeutung sind die Gattungen Magnusia, Cephalotheca, Anixia, Perisporium, Zopfia, Zopfiellia u. a. Bei Magnusia (M. nitida Sacc. auf Kiefernholz, Kaninchen- und Kameelmist) sind die Perithecien mit 2—3 Büscheln von je 2—6 langen (1—5mal so lang als das Perithiceum), septirten, braunen, am Ende zierlich schneckenförmig umgerollten Haaren oder Borsten besetzt, welche gleich den Krallenhaken der Mycelien anderer Pilze oder

den ästigen, mit umgerollten Endästchen versehenen Anhängseln vieler Erysipheen der Verbreitung durch Thiere angepasst sein dürften.

Eurotium hat kuglig-häutige Perithecien, kuglige oder eiförmige Asci, welche nicht zu einer geschlossenen Schicht vereinigt sind.

Euaspergillus bildet an Stelle der Perithecien Sclerotien, die früher oder später in ihrem Inneren Asci und Sporen erzeugen. Conidienträger bei Eurotium und Euaspergillus an der Spitze mit kopfförmiger Verdickung, aus der einfache oder verzweigte Sterigmen entstehen, die an ihren Spitzen Sporenketten abschnüren.

Eupenicillium unterscheidet sich durch die Conidienträger, die am Ende wiederholt wirtelig verzweigt sind ohne kopfförmige Anschwellung. Die Conidienketten werden einzeln am Ende der Zweige abgeschnürt.

Eurotium glaucum (Eu. herbariorum Wigg.) Link, Eu. Aspergillus glaucus De By., Kolbenschimmel, findet sich auf den verschiedensten organischen Substanzen, deren Vermoderung es bewirkt, besonders auf feuchtliegenden Pflanzen in Herbarien, auf Brot, Früchten, wenn diese „verschimmelt" sind. Die Conidienformen dieser und der folgenden Art, welche zu den verbreitetsten Schimmelpilzen gehören (nebst Eupenicillium und den Mucorineen wurden früher unter dem Namen Aspergillus glaucus vereinigt. Mycelium oberflächlich, locker, anfangs weiss, später gelb oder gelbroth. Die Conidienträger sind aufrechte Hyphenäste, die an der Spitze blasenförmig angeschwollen sind; diese Blase ist ringsum mit cylindrischen, nach oben etwas verjüngten Sterigmen besetzt, die an ihrer Spitze je eine Kette von kugligen Conidien (16 und mehr) von 9—15 μ Durchmesser abschnüren. Die Perithecienanlage lässt von vornherein eine Fruchthyphe unterscheiden, die sich schraubenzieherartig windet, dann zusammenzieht, durch dichtstehende Querwände in zahlreiche kurze Glieder theilt, die seitlich aussprossen und an den letzten Verzweigungen die Asci bilden, und Hüllhyphen, die sich der Schraube anlegen und durch ihre reiche Verzweigung schliesslich eine allseitig geschlossene Hülle um die Schraube, die Perithecienwand, bilden. Die Perithecien sind kuglig, 75—90 μ im Durchmesser, schwefelgelb. Asci kuglig oder birnförmig, 12—15 μ, 8sporig; Sporen farblos, linsenförmig, an der Kante mit höckeriger Rinne, 8—10 μ im Durchmesser.

Eurotium repens De By. Mycel wie bei voriger Art,

Perithecien, Asci und Sporen aber konstant kleiner, letztere relativ dicker, mit stumpfem, kaum rinnigem Rande, 4—5,6 μ im Durchmesser. Conidien nur 7—8,5 μ im Durchmesser.

Eurotium pulcherrimum Wint. auf Mist von Kaninchen, Hunden, Füchsen. Perithecien 140—190 μ, Asci kuglig, stiellos, 8sporig, 10—14 μ. Sporen zusammengeballt, elliptisch, an beiden Enden zugespitzt, schwach höckerig, uneben, farblos, 5—6 μ lang, 4—5 μ breit. Die Perithecienwand besteht aus unregelmässig polygonalen Schildchen von sehr zierlicher Zeichnung (im Centrum aus unregelmässigem Parenchym, am Rand aus einer einzigen Lage radial gerichteter Zellen), die sich bei geringem Druck von einander trennen.

Eurotium insigne Wint. auf Gänsemist (Conidienform wahrscheinlich Gliocladium penicillioides Corda). Perithecien kuglig, wachsartig, gelblich, glatt, 250—400 μ, Asci 8sporig, vergänglich, 35—45 μ lang, 28—30 μ breit. Sporen kuglig, fast farblos, dicht mit kurzen Stacheln besetzt, 14—16 μ im Durchmesser.

Eurotium malignum Lindt im menschlichen Gehörgang. Der Pilzrasen ist von blaugrüner Farbe, das feine, kurz septirte Mycel entsendet sehr kurze Conidienträger mit birnförmigen Endanschwellungen von 22—24 μ Durchmesser mit unverzweigten farblosen Sterigmen. Sporen 3—4 μ, schwach grünlich. Perithecien rundlich, 40—60 μ, von dichtem Mycelgeflecht umgeben. Die Wand besteht aus mehreren Schichten ziemlich glatter polyëdrischer Zellen. Asci 14—18 μ, biconvex bis kuglig, 8sporig, Sporen 6—8 μ. — Der Pilz gedeiht am besten bei Körpertemperatur, bildet im Zimmer nur den Conidienzustand, bei Körperwärme dagegen (auf Brot und Kartoffeln) auch reichlich Perithecien.

§ 85. Euaspergillus, Giesskannenschimmel. Mycelium kräftig entwickelt, zuerst Conidien, dann Sclerotien erzeugend, die früher oder später in ihrem Innern Asci und Sporen bilden. Asci rundlich-birnförmig, 8sporig. Conidienträger ähnlich wie bei Eurotium. Winter nennt die durch Sclerotienbildung ausgezeichnete Gattung Aspergillus, da aber letzterer Name vorläufig für die Conidienträger unbekannter Zugehörigkeit beibehalten werden muss und letztere wahrscheinlich nicht einmal alle zu den Ascomyceten gehören (der Basidiomycet Heterobasidion annosum hat auch Aspergillusconidienträger), habe ich den Winter'schen Namen durch Euaspergillus ersetzt. Entsprechend muss auch Penicillium in Eupenicillium umgeändert werden.

Euaspergillus flavus (De By.). Sterigmen der warzigen Conidienträger unverzweigt. Sclerotien knollenförmig, etwa 700 μ, schwarz, auf der Schnittfläche röthlichgelb. Köpfchen goldgelb, gelbgrün oder olivenfarbig. Conidie 5—7 μ, feinwarzig. Auf faulenden organischen Substanzen.

Euaspergillus ochraceus Wilhelm, auf verschimmeltem Brote. Conidienträger bis 5, ja selbst 10 mm lang, mit am Ende verzweigten (secundären) Sterigmen und dicker, warziger, gelblicher Membran. Conidienköpfchen tief ockergelb oder fahl gelblichgrau. Conidie kuglig, seltener elliptisch, 3,5—5 μ, mit feinwarzigem, farblosem oder blass gelblichem Epispor. Sclerotien rundlich, ca. 500 μ, braungelb.

Euaspergillus niger van Tiegh. (Sterigmatomyces antacustica Cramer) Conidienträger oft über 1 mm lang, 10—16 μ dick, oben bräunlich mit schwarzbraunem Conidienköpfchen. Conidien kuglig, 3,5—4,5 μ im Durchmesser, mit wenig warzigem, violettbraunem Epispor. Sclerotien kuglig, knollig oder cylindrisch, 0,5 bis 1,5 mm, braungelb bis röthlich, von einer weisslichen Hyphenhülle umgeben, oft rissig. Auf faulenden organischen Substanzen.

Euaspergillus nidulans (Eidam) Wint. (Sterigmatocystis) wurde von Eidam zuerst auf Hummelnestern entdeckt, ist aber verbreiteter, bildet ausgedehnte, zusammenhängende, chromgrüne, dann schmutziggrüne Rasen. Conidienträger kurz, 0,6—0,8 mm hoch, 8—10 μ dick, farblos, dann bräunlich, am Ende mit rundlich dreiseitiger Anschwellung, die die primären Sterigmen bildet. Aus letzteren entspringen am Ende die secundären Sterigmen, mit Reihen von 30 und mehr kugligen, sehr fein punktirten, gelblichgrünen Conidien von 3 μ Durchmesser. Reife Sclerotien rundlich, schwarz, 200—300 μ, mit dicker Rinde. Asci allmählich im Laufe vieler Wochen zur Ausbildung gelangend, eiförmig, 8sporig, 10,5—11 μ, Sporen elliptisch, glatt, 5 μ lang, 4 μ breit, mit purpurfarbenem Epispor.

Euaspergillus fumigatus Fres. unterscheidet sich in der Conidienform von dem Eurotium glaucum morphologisch durch die dunklere, schmutziggrüne Farbe, braune Sporenköpfchen mit länglichen, nicht durch Querscheidewand abgegliederten Sterigmen und grünlichen Sporen und durch die Kleinheit der Dimensionen aller seiner Theile, besonders der Sporen, deren Durchmesser nur den vierten Theil so gross als der der Glaucussporen ist, endlich durch die Perithecien und deren Entwicklung. Die Sporen des Pilzes sind sehr verbreitet und insbesondere stets im Brot vorhanden. Nach

Baumgarten genügt es, um den Pilz mit unbedingter Sicherheit zu erhalten, ein wenig unsterilisirten Brotbrei in einem mit Wattepfropf geschlossenen Kölbchen oder dergl. im Brüteofen einer Temperatur von 30—40° C. auszusetzen. Meist schon nach 24, sicher nach 48 Stunden ist dann die Oberfläche des Breies von einer dunkelgrünen Pilzdecke, einer Reinkultur des Euaspergillus fumigatus, bedeckt. Bei dieser Temperatur hat er eine derartige Wachsthumsenergie, dass er die Konkurrenz aller anderen im Brot vorhandenen Pilze überwindet. Nach Siebenmann ist das Optimum der Temperatur für Euaspergillus fumigatus bei 37—40° C., das des Euaspergillus niger bei 34—35° C., das von Euaspergillus flavescens bei 28° und das von Eurotium glaucum bei 10—15° C.

Euaspergillus flavescens ist durch die gelbgrüne Farbe seines Rasens und die ebenfalls (wenn auch nicht so auffallend wie bei Euasp. fumigatus) geringeren Grössenverhältnisse — seine Sporen sind nur etwa halb so gross als die des Eurotium glaucum — unterschieden. Bezüglich der Sterigmen- und Perithecienbildung steht er dem Euasp. flavescens nahe. Sein Temperaturoptimum liegt bei 28° C.

Aspergillus candidus Lk. mit weissen Sporen und Fruchthyphen auf faulenden Vegetabilien.

A. nigrescens Rob. mit weissem, wolligem Mycel, einfachen, selten gablig getheilten Conidienträgern und dunkelbraunen bis schwarzen Sporen. In Vogellungen.

A. sulfureus (Fres.) (Sterigmatocystis) mit blass schwefelgelbem Sporenköpfchen und secundären Sterigmen. Auf Vogelkoth. — Asp. subfuscus Olsen pathogene Art.

Andere Arten von Aspergillus vgl. van Tieghem im Bull. Soc. bot. de France Bd. 24 und in Saccardo's Sylloge fungorum.

Aspergillus Oryzae Cohn liefert den japanischen Reiswein, Saké, ein gelbes sherryähnliches Getränk von 13 bis 14 % Alkohol. Es werden die von den Hülsen befreiten Reiskörner gedämpft und mit den von dem Mycel und den Fruchtträgern des Aspergillus Oryzae überzogenen Reiskörnern, den „Tane Koji", vermischt. Nach etwa 3 Tagen entwickelt sich auf dem Reis ein weisses, sammetartiges Mycel, das der Masse einen Apfel- oder Ananasgeruch verleiht. Bevor die Fruktifikation des Pilzes eintritt, werden neue Massen gedämpften Reises hinzugefügt, die wieder verschimmeln und dies wird öfters wiederholt. Das so ge-

wonnene „Koji“ wird gemaischt, indem 21 Theile Koji und 68 Theile Reis gekocht und mit 72 Theilen Wasser vermischt werden. Es entsteht so eine breiartige Masse, die nach wenigen Tagen, wenn sie einer Temperatur von 20 ° ausgesetzt wird, sich klärt. Schon die ursprüngliche Kojimasse zeigt, dass ein Theil der Stärke in Glykose und Dextrin verwandelt und ein Theil der Albuminstoffe löslich gemacht ist, in der geklärten Masse ist die Verzuckerung der Stärke noch weiter fortgeschritten und es tritt nun eine sehr lebhafte Alkoholgährung ein, die durch eine mit dem Aspergillus nicht in Verbindung stehende Hefe erregt wird. Nach 2—3 Wochen ist die Gährung beendet und der Reiswein fertig. Der Aspergillus Oryzae Cohn, welcher in Japan schon seit 2600 Jahren benutzt wird, scheidet bei der Saké-Fabrikation nur die Diastase ab, während die Gährung durch einen Saccharomyces verursacht wird.

Cohn gelang es, mit den japanischen Pilzelementen in Deutschland Reiswein herzustellen.

In Japan wird der Reiskleister spontan aus der Luft von dem Pilz befallen und liefert die Tane Koji, bei uns würde der Reiskleister ohne künstliche Infection von anderen Pilzen befallen und sauer werden.

Von den in China aus Reis hergestellten alkoholischen Erzeugnissen hat der Sam-chou mit dem Reiswein grosse Aehnlichkeit und entsteht durch ähnliches Ferment, während der für europäischen Geschmack abscheuliche Chot-tsio, ein brenzlich riechender und schmeckender Reisschnaps von etwa 20 % Alkohol, und der Tsang-sio, ein Gährungsprodukt von Mais und Weizenmehl, anderen ausländischen Mikroorganismen ihre Entstehung verdanken. So können in unserem Erdtheil die eigenthümlich riechenden und schmeckenden Tofu (Bohnenkäse) und die Shoja (aus Sojabohnen, Weizenschrot und Salzwasser durch mehrere Jahre lange Gährung bereitet) nicht erzeugt werden. Umgekehrt fehlt in der japanischen Luft die wirkliche Weinhefe, so dass kein Wein gekeltert werden kann.

Ueber thermogene Wirkung von Pilzen.

§ 86. F. Cohn hat zuerst darauf hingewiesen, dass der bei der Keimung der Gerste auftretenden Erwärmung, die durch die Athmung der Keimlinge entsteht (Verbrennung der durch das diastatische Ferment verflüssigten und in Maltose und Dextrin umgesetzten Stärke etc.) und bis zur Tödtungsgrenze der Keimlinge (etwa

bei 40 °) ansteigt, von da ab eine weiter steigende Erhitzung folgt, die bis über 60 ° geht, und hat durch eingehende Versuche erwiesen, dass die Ursache dieser Erhitzung die Vegetation und Fruktifikation des Euaspergillus fumigatus ist. Dieser Pilz spielt dabei entweder die Rolle eines energischen Sauerstoffüberträgers, wie sie ähnlich der Essigpilz bei der Essigsäuregährung und nach van Tieghem der Aspergillus nigricans bei der Gallussäuregährung spielt; oder wahrscheinlicher nimmt der Pilz durch Vermittlung eines Fermentes grosse Mengen gelöster Kohlehydrate aus den Gerstekeimlingen auf, die er unter Wärmeentwicklung verathmet. An die thermogene Wirkung des Aspergillus fumigatus reihen sich eine Anzahl ähnlicher Erscheinungen von Temperaturerhöhung an, die bei der Entwicklung von Pilzen und bei Gährungen beobachtet worden sind; einer der merkwürdigsten und wichtigsten Fälle ist die bis zur Selbstentzündung gesteigerte Erhitzung des Heues durch die in ihm durch Pilze eingeleitete saure Gährung. (Das Widerstandsvermögen gegen Hitze ist am grössten bei gewissen Bakterien, die den Siedepunkt überschreiten können, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüssen, den sogen. kochfesten Bakterien). Cohn fand, dass die Selbsterhitzung von fest zusammengepacktem, frischem Gras und von Pferdemist, die mit intensiver Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe und Ammoniakentwicklung Hand in Hand geht, durch die Respiration des Heubacillus bewirkt wird, dessen Sporen am Gras wie im Mist überall vorhanden sind. Das Material für die Verbrennung dürften im frischen Gras Zucker, dann aber Cellulose und Lignose liefern. Bei Pressheubereitung wirken noch andere anaërobiontische Gährungen, bei denen Milchsäure und andere organische Säuren auftreten, mit. Die Selbstentzündung des Heues wird nach Cohn dadurch herbeigeführt, dass durch die Fermentation durch Bacillen das Zellgewebe in eine lockere kohlenstoffreiche Substanz umgewandelt wird, die in Berührung mit der Luft den Sauerstoff so energisch anzieht, dass sie aufflammt.

Ueber die pathogene Wirkung der Aspergillusschimmel (Aspergillusmykosen).

§ 87. Wie bei den Mucorineen, so giebt es unter den Aspergillusschimmeln neben den nicht pathogenen (nicht oder erst bei besonderer Anzüchtung den Körper schädigenden) Arten, pathogene, die, höheren Temperaturen angepasst, ohne jede besondere Anzüchtung

in den Geweben warmblütiger Thiere zu wachsen und spontane Krankheiten zu erzeugen vermögen. Von den ersteren sind in diesem Sinne nicht pathogen Mucor Mucedo, und M. (Rhizopus) stolonifer, pathogen: Mucor ramosus Lindt., Mucor pusillus Lindt., M. rhizopodiformis Cohn, M. corymbifer Cohn und M. septatus Bezold, von den letzteren (einschliesslich der Gattung Penicillium) sind nicht pathogen (nur bei Injection etc. krankheitserzeugend) Eurotium glaucum, Penicillium crustaceum etc. Pathogen sind dagegen in erster Linie Euaspergillus fumigatus, Euaspergillus flavescens, Euaspergillus niger (nigrescens), ferner Euasp. nigricans van Tiegh., Euaspergillus nidulans, Eurotium malignum Lindt, Penicillium minimum Siebenmann und Aspergillus subfuscus Olsen. Besonders sind es Schwerhörigkeit und Taubheit erzeugende Krankheiten des Ohres (Otomycosis aspergillina, Myringomycosis aspergillina), welche die im äusseren Gehörgang, Trommelfell etc. wuchernden Mycelien dieser Pilze (und des Mucor corymbifer, M. ramosus und M. septatus — Otomycosis mucorinea) verursachen. (Vgl. Siebenmann, Schimmelmycosen des menschl. Ohres. Wiesbaden 1889.) Story berichtet über Fälle von Taubheit, die eine in dumpfigem Zimmer (mit Aspergillusvegetation an den Wänden) verbrachte Nacht erzeugte und die nach Beseitigung der Aspergilluspfropfen beseitigt wurde. Ammoniak und Schwefelammoniak wirken, der Luft beigemischt, schon in kleinen Quantitäten auf die Pilze der Otomykose ein, während nach Siebenmann z. B. Euaspergillus niger noch nach 10stündigem Aufenthalt in rektificirtem Alkohol, Bor- und Salicylsäurelösung in Wasser, in 3 % Carbolwasser etc. keimfähig war und erst nach 10stündigem Aufenthalt in 5 % Carbolwasser oder 4 % Salicylalkohol getödtet wurde. — Ferner verursachen diese Pilze (Eusp. fumigatus, nidulans — Mucor corymbifer) Schimmelmykosen des Rachendaches, nach Verwundungen oder an schwachen Stellen Krankheiten der Hornhaut, die von ihnen durchwachsen wird (auch von Eurotium glaucum), Keratitis, Keratomycosis aspergillina, Kerato-Iritis, seltener sind beim Menschen viscerale Aspergillusmykosen und Mykosen der Lunge (Pneumonomycosis aspergillina). Letztere dürften nur secundär in anderweit erkrankten Lungen auftreten, während bei den Vögeln die Lungen sehr häufig von tödtlichen Aspergillus- und Mucormykosen spontan befallen werden (Aspergillus candidus etc.).

Aspergillusmykosen sind von den Mucormykosen meist auf den ersten Blick zu unterscheiden.

Bezüglich der Wirkung der pathogenen Schimmelarten ist eine Untersuchung von Linossier über den Farbstoff des Euaspergillus niger von Interesse. Das schwarze Pigment (Aspergillin) lässt sich nämlich durch schwach ammoniakalisches Wasser ausziehen und durch Salzsäure in grossen amorphen Flocken niederschlagen, in Wasser, Alkohol, Mineralsäure ist es fast unlöslich, in Alkohol und Essigsäure wenig, in den kaustischen Alkalien, Alkalikarbonaten mit basischen Salzen, wie Borax, Natriumphosphat etc., leicht löslich. Aus ammoniakalischer Lösung wird es durch Barytwasser gefällt. Die Hitze ändert die Löslichkeit. Erwärmt man das Aspergillin einige Stunden auf 180 °, so wird es unlöslich in den alkalischen Laugen, giebt aber vor seiner völligen Austrocknung mit Wasser eine Art colloidale Halblösung, die die Säuren und neutralen Salze niederschlagen und die eine Spur eines Alkalis in eine wirkliche Lösung umwandelt, welche durch das Porzellanfilter geht. Die sauren Lösungen sind braun, die alkalischen rothbraun. Alle diese Eigenschaften beweisen die grosse Uebereinstimmung des Aspergillins mit dem Hämatin des Blutes, mit dem es in den Lösungen auch spektroskopisch übereinstimmt. An der Luft verbrannt, giebt es wie das Hämatin Geruch nach verbranntem Horn und lässt einen rothen Rückstand von Eisenoxyd. Die ammoniakalische Lösung wird nicht verändert, wenn sie mehrere Stunden im Sonnenlicht steht. Durch Natriumhydrosulfid werden die Lösungen reducirt; das Reduktionsprodukt absorbirt dann aus der Luft sehr gierig den Sauerstoff und geht aus der goldgelben Farbe wieder in die ursprüngliche braune über. Wahrscheinlich besteht auch eine Analogie der Funktionen des thierischen Hämatins und des pflanzlichen Hämatins oder Aspergillins, und die Eigenschaft des letzteren, den Sauerstoff der Luft zu fixiren, lässt vermuthen, dass ihm auch eine respiratorische Funktion zukommt, die vielleicht auch bezüglich der Pigmente anderer Pilze festzustellen ist. Nach Raulin gedeiht der Euaspergillus niger in eisenfreien Nährlösungen nur kümmerlich und bildet keine Sporen, vermuthlich, weil dann das Sporenpigment nicht gebildet werden kann.

Der gemeine Pinselschimmel, Eupenicillium crustaceum (L.) Fr. (P. glaucum).

§ 88. Der „gemeine Pinselschimmel" ist der gemeinste aller sogenannten Schimmelpilze, welcher, über die ganze Erde verbreitet, zu jeder Jahreszeit allenthalben sich als ungebetener Gast ansiedelt,

auf rohen und eingemachten Früchten, auf Brot, Tinte, Fleischwaaren u. s. w. Er verdirbt diese Stoffe, indem er den Sauerstoff an sie überträgt und so Verwesung bedingt, und da seine Sporen überall in der Luft verbreitet sind, ist nichts vor ihm sicher. Wie durch die Bakterien die Eiweissfäulniss, so wird vorwiegend durch Eupenicillium crustaceum und Mucor Mucedo die Verwesung, Vermoderung, Fäulniss der Früchte etc. bewirkt. Ueberträgt man wenige Sporen auf frisches Obst, Brot etc., so tritt in kurzer Zeit Schimmelbildung und Zersetzung ein. Verwehrt man dagegen den Sporen den Zutritt, so kann man der Verderbniss vorbeugen. Bei frischem Obst genügt ein Einschlagen in Baumwolle oder weiches Fliesspapier. Eingekochte Früchte etc. müssen, noch während sie heiss sind, luftdicht verschlossen werden. Ebenso kann man Früchte durch eine Schicht pulverisirten Zuckers, Fleischwaaren durch Bestreichen mit Kochsalz in Wasser (in breiigem Zustand), durch Salicylsäure etc. schützen. Im Haushalt der Natur spielt der Pilz eine wichtige Rolle durch seine verwesungerregende Wirkung, indem er todte Körper rasch in den allgemeinen Kreislauf des Stoffes zurückgiebt. Durch Anzucht in flüssigen, alkalischen Nährlösungen von 38—40° lässt er sich nach mehreren Generationen zwar infectionsfähig machen, doch dürfte er, da er unter natürlichen Verhältnissen infectionsuntüchtig ist, kaum als Krankheitserreger des Menschen auftreten. Dagegen scheint er bei Pflanzen zuweilen parasitisch aufzutreten, so an den Zwiebeln der Hyacinthen, Tulpen, Crocus etc., die er verdirbt.

Die Conidienträger des Eupenicillium crustaceum sind meist reich verzweigt, alle, oder die obersten Zweige sind wirtelförmig angeordnet, meist in gleicher Höhe endigend und je eine Kette von kugligen, in Masse graubläulich erscheinenden Conidien auftretend. Meist bildet das conidienbildende Mycel eine zarte, dichte, graugrüne Decke, seltener, wie auf Eingemachtem, auf Tinte, dicke, lederartige Häute. Zuweilen verwachsen die Conidienträger zu kompakten Körpern (Coremium glaucum oder vulgare).

Die Sclerotien sind rundlich oder etwas unregelmässig, 160—870 μ, gelblich, mit rauher Oberfläche, innen weiss, pseudoparenchymatisch, öfter zu zwei oder mehreren verwachsen. Das Sclerotium entsteht ähnlich wie bei Eurotium aus zweierlei Elementen, den Hüllhyphen und den fertilen Hyphen. Aeltere Sclerotien zeigen auf Querschnitten in der Hauptmasse das Sclerotiummark aus grossen, dickwandigen, polygonalen Zellen gebildet; anfangs in der

Mitte, später durch das ganze Mark, treten im Querschnitt Zellgruppen oder Hyphenstücke auf, die von Pseudoparenchym umgeben sind. In jeder Gruppe ist die mittlere Zelle der Querschnitt einer der anfänglich sich differenzirenden fertilen Hyphen. Nach einer Ruheperiode von 6—7 Wochen lösen sich die fertilen Hyphen von dem sie umgebenden Parenchym los, gliedern sich durch Querwände in einzelne Zellen, die zu dicken, sich verzweigenden Sprossen anwachsen, die sich schneckenartig einrollen. Ausserdem wachsen aus den Gliederungen der fertilen Hyphe sehr dünne, stark verzweigte Fäden hervor, die in das sterile Gewebe des Sclerotiums eindringen und dies allmählich völlig aufzehren. Die sich davon ernährenden dicken Sprossungen bilden bald an einfachen, unverzweigten Seitenästen rundliche, durch tiefe Einschnürungen von einander getrennte Anschwellungen, deren jede einen Ascus bildet. Zuletzt stellt der Innenraum des Sclerotiums einen grossen Hohlraum in der nun braunen Rinde dar, der von den freigewordenen Sporen erfüllt ist. Die Asci sind ei- oder birnförmig, 8sporig. Sporen 4—4,5 μ breit, 5—6 lang, länglich, beiderseitig verschmälert, im Querschnitt rund, sternartig, mit Vorsprüngen versehen. Letztere entsprechen Längsrippen, die zu 3—4 auf dem Rücken jeder Sporenhälfte verlaufen.

Die Sclerotien werden nur selten gefunden, da sie bei Luftabschluss gebildet werden. Um sie sicher zu züchten, giebt Brefeld folgendes Mittel: Man besäe Scheiben ungesäuerten Brotes mit Eupenicillium und halte dieselben anfangs nur wenig feucht, bis nach 6—7 Tagen ein kräftiges Mycel gebildet ist. Bevor dies Conidien bildet, presse man die Brotscheiben fest zwischen zwei Glasplatten, deren Zwischenräume besser noch mit Papier ausgestopft werden. Ueberlässt man das Brot so sich selbst, so wird man nach weiteren 14 Tagen das Brot durch und durch von den Sclerotien erfüllt finden.

Penicillium minimum Siebenm. tritt pathogen im menschlichen Ohr auf.

3. Familie: Tuberaceen.

§ 89. Mit knollenförmigen, fleischigen, einfachen oder gekammerten Fruchtkörpern, deren Wandung aus einem starken, pseudoparenchymatischen, oft in mehrere Schichten differenzirten Gewebe besteht. Sie sollen mit den übrigen Hypogäen, d. h. unterirdischen knollenförmigen Pilzen bei den Basidiomyceten gemeinschaftlich abgehandelt werden.

3. Ordnung: Kernpilze oder Pyrenomyceten.

§ 90. Angiocarpe Carpoasci, deren Früchte, die Perithecien, von einer dichten, geschlossenen Hülle umgeben sind und ein kugliges oder flaschenförmiges Gehäuse bilden, das am Scheitel sich öffnet und meist eine papillöse Mündung besitzt.

1. Hypocreaceen: Perithecien von weicher, fleischiger Consistenz, lebhaft gefärbt, oft in ein Stroma vereinigt.

2. Sphaeriaceen: Perithecien von festerer, übrigens verschiedenartiger Consistenz, dunkel gefärbt, oft in einem Stroma, dessen Gewebe von der Perithecien-Wandung deutlich verschieden ist.

3. Dothideaceen: Perithecien immer in ein Stroma eingesenkt und von dessen Stroma nicht deutlich abgegrenzt, sonst aber von gleichem Bau wie die der Sphaeriaceen.

Die Ordnung ist so ausserordentlich artenreich, dass wir hier nur die wichtigsten Arten abhandeln können.

1. Familie: Hypocreaceen.

§ 91. Die mit Mündung versehenen Perithecien sind meist lebhaft roth oder blass gelb, selten blau, grünlich oder violett, nicht schwarz, häutig-fleischig oder fleischig. Das Stroma hat, wenn ein solches vorhanden, gleiche Farbe und Substanz. Durch diese Färbung und saftreiche Consistenz sind die Hypocreaceen leicht kenntlich.

Die in Deutschland vertretenen Formen zerfallen in folgende Gattungen:

1. Sporen elliptisch, länglich, spindelförmig etc., nicht fadenförmig.

a) Sporen einzellig, braun od. schwarz: Melanospora;

„ „ farblos, ohne Anhängsel { ohne oder mit wenig entwickeltem Stroma: Nectriella. / mit Stroma, dem die Perithecien eingesenkt sind, Mistbewohner: Selinia; parasitisch: Polystigma.

„ „ „ mit borstenförmigem Anhängsel: Eleutheromyces.

b) Sporen zweizellig, farblos od. blass, nicht zerfallend. Perithecien auf Hyphenfilz: Hypomyces. Perithecien ohne od. mit fleischigem Stroma: Gibberella (z.T.), mit blauen od. violett. Perithec. Sphaerostilbe (mit gestielter Conidienfrucht) u. Nectria mit gelben od. rothen Perithecien.

„ „ braun: Letendraea.

c) Sporen mehr als zweizellig, mit Quer- u. Längswänden: Pleonectria.

" " " " nur mit Querwänden { Perithecien blau od. viol. Gibberella. Perithec. roth, gelb etc.: Calonectria.

2. Sporen fadenförmig, fast so lang als der Schlauch.

a) Ohne Stroma: Barya.

b) Mit Stroma: Stroma klein, vertikal oblong oder kegelförmig, mit nur 1 bis 7 Perithecien: Oomyces.

Stroma grösser, oft sehr kräftig, mit vielen Perithecien:

Stroma flach ausgebreitet (Grashalme scheidenartig umgebend): Epichloë.

Stroma aufrecht, keulen- oder gestielt-knopfförmig:

aus einem Sclerotium entspringend: Claviceps;

nicht aus Sclerotium, auf todten Insekten oder auf Pilzen: Cordyceps.

Die Gattungen Hypomyces, Nectria, Gibberella.

Die einfachen Hypocreaceen enthalten eine Reihe sehr gefährlicher pflanzlicher Parasiten, zum Theil Saprophyten, welche aber fakultativ parasitisch leben können und dann zu sehr gefährlichen Wundparasiten werden. Von den zusammengesetzten Hypocreaceen beanspruchen besonders die Gattungen Polystigma, Claviceps als pflanzliche und Cordyceps als thierische Schmarotzer und Pilzbewohner unser Interesse. Die Ascusfruktifikation tritt gewöhnlich erst an den abgestorbenen Pflanzen oder Thieren auf, während der lebende Körper das schädigende Mycel und die anderen Fortpflanzungsarten (Conidienbildung, Chlamydosporen) zeigt, die als Tubercularia, Gloeosporium, Fusidium, Fusisporium, Sepedonium etc. früher beschrieben worden sind. Der Polymorphismus der Fortpflanzungsorgane schwankt oft innerhalb derselben Gattung. So hat Brefeld bei Nectria für alle Arten Conidienbildung konstatirt, für N. cucurbitula ausserdem die Bildung von Chlamydosporen in Form von Gemmen. Bei N. inaurata und N. Coryli treten die hefeartigen Conidien schon im Ascus direkt an den Schlauchsporen auf und vermehren sich durch Sprossung, werden weiterhin aber auch am Mycel und vermuthlich am Stroma abgegliedert. Bei N. sinopica gehen sie auch aus den Ascosporen hervor, aber erst nach deren Ejaculation, vermehren sich dann durch Sprossung. Nectria cinnabarina treibt aus den Sporen Keimschläuche aus; die nur gelegentlich an den Ascosporen abgegliederten Conidien haben das Sprossvermögen verloren. N. pu-

nicea keimt nur vegetativ, die Sporenbildung am Mycel ist eine unbestimmte. Bei allen übrigen untersuchten Nectrien ist sie dagegen auf die Spitze der Conidienträger beschränkt, welche bei N. ditissima, coccinea, episphaeria, sanguinea (und bei Leptosphaeria) den Fusariumtypus, bei N. oropensoides Rehm, N. Peziza und N. lichenicola den Acrostalagmustypus haben. Bei N. ditissima, N. coccinea treten weitgehende Schwankungen in der Form, bei N. Daldiniana in der Entwicklungsweise (Acrostalagmus- bis Penicilliumform) auf. Die Steigerung zu Conidienlagern scheint bei den meisten, die zu geschlossenen Conidienlagern (Pycniden) nur bei manchen Arten (N. sinopica) eingetreten zu sein. — Die Conidienform von Gibberella cyanogena stimmt mit Fusarium herbarum Cord., die von G. pulicaris mit Fusarium pyrochroum Dum. überein. Von den auf grösseren Pilzen schmarotzenden Hypomycesarten wurden die Conidienformen früher als Verticillium, Botrytis (z. T.), Trichothecium, Fusarium, Cladotrichum, Sporotrichum etc. beschrieben, während ihre häufig in grossen Massen gebildeten Chlamydosporen die Formgattungen Sepedonium, Mycogone, Asterotrichum, Stephanomma bildeten. Häufig haben letztere derart überhand genommen, dass — ähnlich wie bei Oligoporus und Nyctalis — Perithecien nur noch ausnahmsweise gebildet werden. Während bei manchen Arten die Ascosporen in künstlichen Nährlösungen auf keine Weise zur Keimung gebracht werden konnten, gelang dies bei anderen sofort. So bildete der auf der Lohblüthe wachsende Myxomycet, Fuligo septica, bei der Keimung der Ascosporen auf mit Nährlösung durchtränktem Brot ein Luftmycel mit den Conidien und darunter in förmlicher Massenbilduug die schön violetten Perithecien. Chlamydosporen kamen hier nicht zur Entwicklung, während Hypomyces chrysospermus, der häufige Parasit der Boleten, auf Brot neben den Conidien massenhafte Chlamydosporenbildung (Sepedonium chrysospermum Fr.) ergab. Aehnlich verhielt sich H. Linkii, H. ochraceus und andere Arten ergaben knäuelartige Chlamydosporenmassen, denen von Urocystis, Tuburcinia etc. nicht unähnlich. Vermuthlich gehört daher auch der früher als Tuburcinia scabies Berk. = Sorosporium scabies Fisch. de Waldh. = Rhizosporium Solani Rbh. bezeichnete Pilz des Kartoffelschorfes gleichfalls zu Hypomyces (H. Solani Reinke). Brunchorst stellte wohl den gleichen Pilz als Spongiospora Solani zu den Myxomyceten. Nach Bolley ist der eigentliche Urheber des Kartoffelschorfes, wie auch der des

Zwiebelrotzes der Hyacinthen ein Bacterium; aber als regelmässiger Begleiter tritt, wie Massee für die Kartoffel, Sorauer für die Hyacinthe nachgewiesen hat, ein Hyphomycet auf. Der Hypomyces Hyacinthi Sorauer ist nach Sorauer der eigentliche „Schlepper" der Bakterien und bei der Verbreitung dieser Bakterienkrankheit von grosser Bedeutung. — Pyxidiophora Nyctalidis Bref. (= Hypomyces asterophorus), auf Nyctalis, erzeugt keine Chlamydosporen (während Nyctalis solche erzeugt), wohl aber eine eigenthümliche Conidienform mit innerer Conidienbildung, Polycytalum fungorum Sacc. Zu Hypocrea rufa gehört als Conidienform Trichoderma viride Pers., zu Epichloë graminis fand Brefeld Conidien, die mit der Breitseite den kurzen Sterigmen ansitzen. Von Claviceps purpurea, dem Mutterkornpilz, zog Brefeld auf sterilisirtem, mit Nährlösung durchtränktem Brot Mycelien, die das Brot in einer Ausdehnung von mehr als 8 Zoll durchwuchsen und in labyrinthartigen Gängen die Conidien bildeten, zuletzt verfärbte sich das Pilzlager deutlich ins Violette, ohne aber Sclerotien zu bilden. Bisher ist die Conidienform dieses Pilzes nach Tulasne falsch in den Lehrbüchern abgebildet worden. Die Conidien entstehen früh an beliebigen Stellen der Mycelfäden auf kurzen oder langen, kaum angeschwollenen Seitenästchen. Sie bilden keine Ketten, sondern ordnen sich seitlich zu dichten Köpfchen an. Cordyceps militaris bildete in der gleichen Kultur die bekannten Coremieen der Isaria farinosa, Cordyceps ophioglossoides, der Bewohner der Hirschtrüffeln, am Mycel, zum Theil schon an den Keimschläuchen, Verticillumconidien, während Cordyceps cinerea keulenförmige Conidienfrüchte von täuschender Aehnlichkeit mit den Perithecienfrüchten bildete.

Die Arten von Melanospora sind theils Saprophyten, theils Pilzparasiten, so z. B. M. Zobelii (Cord.) Fckl. auf der weissen Trüffel und auf Peziza etc., M. lagenaria (Pers.) Fckl. auf Polyporus igniarius, P. adustus etc., P. Didymaria auf Humaria. Von besonderem Interesse ist Melanospora parasitica, ein Parasit der Epizootieen verursachenden Pilze Botrytis Bassii, Isaria farinosa und strigosa etc., ferner Melanospora stysanophora Mattirolo (mit den Conidienformen Stysanus stemonitis Cda. und Acladium, auf deren ersterer der Parasit Echinobotryum atrum) auf kranken Kastanienwurzeln, Melanospora Gibelliana Matt. auf faulen Kastanienfrüchten.

§ 92. Nectria cinnabarina (Tode) Fr., deren Conidienform, Tubercularia vulgaris, jene auf absterbenden Bäumen und

Sträuchern so häufigen fleisch- oder zinnoberrothen, knöpfchenförmigen Höcker bildet, die anfangs Conidien tragen, später das Stroma der Nectria-Perithecien bilden, ist einer der verbreitetsten Wundparasiten der Bäume und Sträucher, fast über die ganze Erde verbreitet. H. Mayr hat durch Impfung nachgewiesen, dass der Pilz gesunde Bäume, z. B. Ahorne, Kastanien, Akazien, Ulmen, Spierstauden erkranken macht und zum Theil tödtet. Das in den Holzkörper eindringende Mycel färbt letzteren braungrün. Cambium und Rindengewebe werden nicht angegriffen.

Die Perithecien der Nectria cinnabarina sitzen in dichten Rasen einem polsterförmigen, halbkugligen Stroma auf, sind kuglig mit papillenförmiger Mündung, zierlich genabelt, kleinwarzig, lebhaft zinnoberroth, seltener rothbräunlich. Die Schläuche sind cylindrisch-keulenförmig, sitzend oder stielartig verjüngt, 8sporig, 60—90 μ lang, 9—12 μ breit, mit lineal-keulenförmigen, dicken, ästigen Paraphysen gemischt. Sporen länglich, abgerundet, gerade oder schwach gekrümmt, zweizellig, hyalin, 12—20 μ lang, 4—7 μ breit.

N. ditissima Tul. verursacht den Brand und nach Hartig und Goethe den Krebs der Laubbäume, besonders der Rothbuchen (dann der Hainbuchen, Eichen, Eschen, Platanen, Ahorne, Linden) und, wohl von den Buchen etc. aus, der Apfelbäume. Der Pilz dringt nach Hartig durch Wunden in den Baum ein. Die befallenen Rindenstellen sterben ab, vertrocknen und bekommen am Rand wulstartige Ueberwallungsränder. Das Mycel dringt in Bast und Markstrahlen ein und verbreitet sich öfter durch den ganzen Baum. In der Peripherie treten weisse Conidienpolster (nach Willkomm das alte Fusidium candidum Lk.) auf. Nach Sorauer dürfte die Entstehung der Krebsknoten aber nicht immer mit den Zerstörungen des Pilzes (Einfallen und Absterben der Rinde) Hand in Hand gehen und vielleicht eine andere Ursache haben. Die Krebsknoten der Apfelbäume erinnern sehr an die Bakteriengallen der Olivenäste und die Tumoren der Aleppokiefer und werden vielleicht wie diese durch Bakterien verursacht, denen sich hier wie in anderen Fällen (Hyacinthenrotz, Kartoffelfäule, Schleimflüsse der Eiche, der Apfelbäume etc.) die höhere Pilzart beigesellt hat. Jedenfalls haben die Impfversuche bisher nur dargethan, dass das Mycel der Nectria die Rinde ruckweise zum Einsinken und Absterben bringt.

Die Perithecien wachsen bei Nectria ditissima dichtrasig auf einem polsterförmig hervorbrechenden, goldgelben Stroma, sind anfangs kuglig, dann kurz eiförmig, nach oben etwas verjüngt, mit

Papille, glatt, schön scharlachroth. Asci cylindrisch, nach unten etwas verjüngt, 8sporig, 75—85 μ lang, 8—10 μ breit. Sporen schräg, einreihig oder theilweise zweireihig, länglich elliptisch, in der Mitte nicht eingeschnürt, zweizellig, farblos, 12—14 μ lang, 5—6 μ breit. (Tulasne giebt zwei Conidienformen an.)

Der Pilz befällt oft ganze Buchenbestände und richtet unter den jüngeren, bis 10jährigen Bäumen grossen Schaden an. Nach Tubeuf kommt Nectria ditissima auch auf der forstschädlichen Mistel, Viscum, vor.

Einen besonderen Krebs der Eichenstämme erzeugt Aglaospora teleola Hart.

Nectria Cucurbitula Fr. ist die Ursache des theilweisen oder gänzlichen Absterbens der Fichten, seltener der Tannen und Kiefern, und erscheint namentlich an 8—25jährigen Fichten, die durch den Rindenwickler Grapholitha pactolana befallen oder durch Hagelschlag verletzt worden sind, unter den Zweigquirlen, worauf Gipfeldürre eintritt. Die Perithecien finden sich dicht gedrängt in kleineren oder grösseren, oft zusammenfliessenden Rasen, sind rundlich, eiförmig, mit kleiner Papille, anfangs intensiv ziegel- oder orangeroth, später sich schwärzend. Asci cylindrisch, sitzend, mit Scheitelverdickung, 7 μ breit, 87—96 μ lang, 8sporig. Sporen schräg, einreihig, elliptisch, zweizellig, farblos, in der Mitte nicht eingeschnürt, 5—5,5 μ breit, 14 μ lang.

Nectria Pandani Tul., mit orangerothen Perithecien in ausgedehnten Krusten, verursacht nach Schröter die Kernfäule der Pandanen der Gewächshäuser. Nach Saccardo wäre dagegen die Nectria Parasit eines anderen Pandanenpilzes, Melanconium Pandani.

Nectria (Nectriella) Rousseliana Tul., mit der Conidienform Chaetostroma Buxi Cda., ruft ein Welken und Vertrocknen der Buchsbaumblätter hervor, auf deren Rückseite dann die fleischrothen Perithecien hervorbrechen.

Nectria Desmazierii de Not. findet sich in Aesten und Stämmen von Buxus sempervirens. Nach Fuckel gehört dazu ein Fusarium, nach Tulasne eine Discella.

Von anderen Arten kommen vor:

N. punicea (Kze. et Sch.) Fr., auf Rhamnus; N. sinopica Fr., auf Hedera Helix; N. Coryli Fckl., auf Haseln, seltener Weiden und Pappeln; N. aquifolii (Fr.) Berk. und N. inaurata Berk. et B., auf Ilex aquifolium; N. chlorella (Fr.) Tul., auf der Weisstanne; N. carneo-rosea Rehm. und N. fuscidula,

auf Aconitum; N. Brassicae Ell. et Sacc., auf Kohlstengeln; N. Daldiniana de Not., auf Besenginster; N. alpina Wint., auf Blättern von Arabis pumila; N. peponum B. et C., auf faulenden Kürbissen und Liebesäpfeln; N. solani Reinke (mit der Conidienform Spicaria solani De By.), auf Kartoffeln.

N. lichenicola (Cars.) Sacc., mit der als Illosporium carneum Fr. beschriebenen Conidienform und N. lecanodes, auf Peltigera canina etc.; N. Fuckelii Sacc. (Conidienform Illosporium coccineum Fr.), auf Hagenia ciliaris.

Andere Arten auf Pilzen.

Krankheiten der Platanen.

§ 93. Calonectria pyrochroa (Desmez.) Sacc., verursacht in der Conidienform Fusarum Platani Mont., f. ramulosum Pass., erheblichen Schaden an den Platanen, deren junge Blätter durch den Pilz befallen und rasch getödtet werden. Die Blätter fallen bald ab und am Boden bilden sich in ihnen Perithecien, deren Ascosporen im März und April des nächsten Jahres reifen und von Neuem die Infection bewirken. Nach Roumeguère vermöchte der Pilz, der in Frankreich die Platanen vielfach schädigt, z. B. um Toulouse, nur Platanus occidentalis zu inficiren, während Platanus orientalis nicht befallen wird.

Nach Tulasne sind die Perithecien des Pilzes kuglig, kahl, oberflächlich sitzend, mit kleiner Papille, trocken und im Alter genabelt, roth-rostfarbig, später schmutzigbraun, schwach warzig. Asci breit, eiförmig, nach beiden Enden hin verjüngt, fast stiellos, 20—26 μ breit, 50—60 μ lang, 6—8 sporig. Sporen dicht zusammengehäuft, schmal lanzettlich, gekrümmt-sichelförmig, vierzellig, hyalin, 5—7 μ breit, 40—50 μ lang. Saccardo's Diagnose giebt dagegen für die Asci 75—100 μ, für die Sporen 60 μ als Länge an. Im Nordosten Frankreichs tritt eine andere durch Discula Platani (Pk.) Sacc. verursachte Krankheit häufiger auf, in Baden etc. Gloeosporium nervisequium (Fckl.) Sacc. F. von Tavel hat ferner eine Fenestella Platani Tav. (mit Acrostalagmus-Conidien und Cytispora-Pycniden) und eine Cucurbitaria Platani Tav. (mit zweierlei Pycniden, solchen, die aus dem Mycel entstehen, und solchen, die durch Theilung der Ascosporen zu Stande kommen), als Urheber von Platanenkrankheiten beschrieben.

Gibberella moricola (Ces. et de Not.) Sacc. verursacht

nach Passerini in der Conidienform (Fusarium) ein Erkranken der jungen Triebe der Maulbeerbäume.

G. baccata Wallr. (Conidienform nach Fuckel Fusarium lateritium Nees), an Aesten von Robinia, Cytisus, Viburnum.

G. pulicaris (Fr.) Sacc. (Conidienform nach Fuckel Fusarium sambucinum Fckl. und eine andere Form, nach Tulasne Fusarium pyrochroum Desmaz.).

G. acervalis (Moug.) Sacc., auf Salix Caprea.

G. Evonymi (Fckl.) Sacc., auf Evonymus europaeus.

G. flacca (Wallr.) Sacc., auf Solanum Dulcamara.

G. cyanogena (Desmaz.) Sacc., auf faulen Kohlstengeln (Conidien: Fusarium herbarum Cord.).

G. Buxi (Fckl.) Sacc., auf Buchsbaum (mit Fusarium).

G. Vitis (Niessl.), auf Weinstöcken.

Die Arten von Hypocrea finden sich zum grossen Theil auf anderen Pilzen, so z. B. Hypocrea alutacea (Pers.) Tul., auf Clavaria Ligula und Spathularia flavida als Schmarotzer. Man hat lange Zeit die Clavaria oder Spathularia, auf der diese Hypocrea schmarotzt, für das Stroma der Hypocrea gehalten und diese daher als keulenförmig beschrieben. Link nennt sie Cordyceps alutaceus Lk. Thatsächlich ist dieser Schmarotzer mit dem Wirth aufs Innigste verschmolzen, so dass leicht jener Irrthum entstehen kann. Häufig trägt aber nur der obere Theil des Wirtes Perithecien, während der Stiel frei oder von der Conidienform der Hypocrea, dem Verticillum globuligerum Sacc., bewohnt ist.

Die rothe Fleckenkrankheit der Pflaumenblätter.

Polystigma rubrum DC.

§ 94. Der Pilz bildet auf den Blättern der Pflaumen und Schlehen ziegelrothe, glänzende, fleischige Flecken von bis 2 cm Durchmesser, welche aus dem „Spermogonien" enthaltenden Stroma bestehen und durch die Mündungen jener dunkel punktirt erscheinen. Er bewirkt vorzeitige Entblätterung und wird dadurch dem Obstbau schädlich. Nach dem Abfallen der Blätter, die dann am Erdboden verwesen, nehmen die Stromata eine braune Färbung an und entwickeln dann im Frühjahr nach der Belaubung der Pflaumen die Perithecien mit den Ascosporen, durch welche von Neuem eine Infection bewirkt wird. Es ist daher nöthig, die fleckigen Blätter im Herbst zu entfernen (zu verbrennen), damit nicht eine Weiterverbreitung der Krankheit stattfindet. Die eingesenkten Spermogonien sind

kuglig, zuweilen durch im Innern vorspringende Gewebswände gekammert, mit kleiner, papillenförmiger Mündung. Die Conidien in ihnen lineal, nach oben verdünnt und hakenförmig gekrümmt, farblos, ca. 30 μ lang. Die Perithecien sind gleichfalls dem Stroma eingesenkt, fast kuglig, mit kleiner Mündung, die Schläuche in ihnen sind länglich, keulenförmig, sehr lang gestielt, 8sporig, 78—87 μ lang, 10—12 μ breit, die Sporen elliptisch, oft nach unten schwach verjüngt, einzellig, hyalin, 11—13 μ lang, 4,5 breit.

Nahe verwandt ist Polystigma ochraceum (Wohlenb.) Sacc. (Polystigma fulvum DC.), dessen Stromata rundlich oder etwas unregelmässig, wenig gewölbt, bis 1 cm, ockergelb, goldgelb, später braunroth sind und von den dunkleren Mündungen dicht punktirt erscheinen. Bei dieser Art sind Asci und Sporen etwas grösser, erstere 90—105 μ lang, 14 μ breit, letztere 14 μ lang, 5—5,5 μ breit. Er ruft die Fleckenkrankheit der Traubenkirsche oder des Elsenbaumes (Prunus Padus), ferner (nach Cornu) eine Erkrankung der Mandelbäume (in Südfrankreich) hervor.

Der Erstickungsschimmel oder die Kolbenkrankheit des Timotheegrases.

Epichloë typhina (Pers.) Tul.

Der Pilz umgiebt mit seinem flach ausgebreiteten Stroma die Grashalme weithin scheidenartig, ist anfangs weiss-schimmelig, farblose, ca. 5 μ lange Conidien bildend, die mit der Breitseite den kurzen Sterimen ansitzen. Später ist das Stroma goldgelb, flach, fleischig und enthält völlig eingesenkte Perithecien. Letztere sind eiförmig, fleischig, blass, 0,4—6 mm hoch. Die Schläuche in ihnen sind verlängert cylindrisch, nach unten etwas verjüngt, 130—200 μ lang, 7—10 μ breit, unter der knopfförmigen Spitze etwas eingeschnürt, mit 8 Sporen. Letztere sind einzellig, 130—160 μ lang, 1,5 μ breit, mit vielen Tröpfchen. Der über dem Stroma befindliche Theil des Halmes wird in seiner Entwicklung erstickt, verdirbt, der Halm bildet keinen Blüthenstand aus, sondern erscheint durch das Stroma auf seiner Spitze einem Rohrkolben (Typha) ähnlich. Der Pilz findet sich im Freien auf verschiedenen Gräsern, am häufigsten auf dem Knäuelgras (Dactylis glomerata), dann auf Rispengräsern (Poa nemoralis u. a. A.), Honiggras (Holcus lanatus und mollis), Straussgras (Agrostis vulgaris u. s. w.). Epidemisch tritt der Schmarotzer an dem Timotheegras (Phleum pratense) auf. Nach Kühn war früher an diesem wichtigen Futtergras ausser Rost und Mutterkorn bei

uns kein Pilz bekannt. 1870 beobachtete Kühn ein durch den Pilz verursachtes Erkranken desselben, das etwa ein Drittel der sämmtlichen Pflanzen eines grossen Kleeschlages zu Grunde richtete. Es scheint erst seit dieser Zeit der Pilz, der schon seit 1801 als wenig schädlicher Parasit auf verschiedenen Gräsern beobachtet worden ist, unter den Kulturgräsern in massenhafter Verbreitung epidemisch aufgetreten zu sein.

Von ausländischen Verwandten der Epichloë typhina seien noch die merkwürdigen, auf Gräsern vorkommenden Gattungen Hypocrella und Balansia erwähnt.

Hypocrella tuberiformis (Berk. et Rav.) Atkinson, bildet in Süd-Carolina, Columbia, Alabama an Gräsern ein fast kugliges, ganzes oder gelapptes Stroma, das anfangs weisslich, später gelblichbraun, zuletzt aus drei verschieden gefärbten Schichten, einer inneren weisslichen oder blassgelblichen, einer mittleren ockerfarbenen und einer äusseren zimmetbraunen Schicht besteht. Zuerst tritt eine Conidien(Sphacelia-)form auf, deren Conidien oval, hyalin, 7—10 μ lang, 3,5—4 μ breit sind. Die später auftretenden Perithecien sind nur an der abgerundeten Basis in das Stroma oberflächlich eingesenkt, sie sind fast cylindrisch, in der Mitte etwas breiter als am Ende, flockig, zimmetbraun, durchscheinend und mit deutlicher Mündung versehen, etwa 1 mm lang, einzeln oder in Gruppen von 3—4—20 zusammenstehend. Die Asci sind 8sporig, 450 bis 750 μ lang, 14 μ breit, mit linealischen, vielzelligen Sporen, die zuweilen schon im Perithecium keimen. Die Sporen erinnern in Form und Theilung eher an die Cordycepssporen. Der Pilz befällt besonders Arten der Gattung Arundinaria (A. macrosperma Micht.).

Balansia trinitensis Cke. et Massee, gleicht in der Ascusformfrucht dem Mutterkornpilz, die Perithecienstromata sind wie bei diesem kuglig, gestielt, aber das kuglige Köpfchen (1—1 1/2 mm) ist unten rings um den Stiel eingedrückt vertieft, an der ganzen Oberfläche mit Papillen besetzt, wie der Stiel schwarz. Letzterer ist aufrecht, mit aufwärts gerichteten Schuppen besetzt und entspringt nicht wie Claviceps aus einem Sclerotium, sondern mitten aus den schlüsselförmigen, einem Discomyceten ähnlichen Conidienfrüchten. Diese sind elliptisch, pezizaähnlich mit zerschlitztem Rande und grauem Hymenium, das fadenförmige, gerade oder schwach gekrümmte Sporen (25—30 μ lang, 1,5 μ breit) auf kurzem Träger bildet. Diese früher als Ephelis (E. trinitensis Cke. et Mass.) beschriebenen Conidienfrüchte brechen aus einem soliden, schwarzen

Stroma hervor, welches epichloëartige Kolben an den Halmen von Panicum palmifolium bildet.

Die gestielten, Perithecien haltenden Köpfchen (von Art der Clavicepsköpfchen), deren Asci auch wie die von Claviceps 8 fadenförmige Sporen enthalten, entspringen rings um den Halm resp. die Blattscheiden in grosser Zahl (bei Claviceps erst auf dem abgefallenen Mutterkorn) und hindern die Hirse am Blühen. Balansia trinitensis kommt auf Trinidad vor. Andere Arten finden sich in Mexiko, auf Ceylon etc.

Bei Balansia pallida Wint. sind zwar Sclerotien vorhanden, diese keimen aber noch in der Blüthe aus.

Der Mutterkornpilz, Claviceps purpurea (Fr.).

§ 95. Das Mutterkorn oder Hungerkorn (Hahnenkamm) des Getreides, besonders des Roggens ist eine allbekannte Krankheit, die vereinzelt in jedem Jahre auf den Getreidefeldern sich findet, in manchen Jahren aber in besonderer Häufigkeit auftritt und den Ernteertrag verringert, noch mehr aber dadurch, dass die kornförmigen, langen, blauschwarzen oder dunkelvioletten Pilzsclerotien, die an Stelle des Kornes aus den Aehren hervorragen, den Roggenkörnern beigemengt werden und dann das Mehl verderben und gesundheitsschädlich machen, Schaden anrichtet. Erst L. R. Tulasne hat den Nachweis 1851 geführt, dass dies Mutterkorn (Sclerotium Clavus) das Dauermycelium eines das Getreide befallenden Ascomyceten, der Claviceps purpurea Fr., ist, und ihm, sowie Jul. Kühn (Untersuchungen über die Entstehung, das künstliche Hervorrufen und die Verhütung des Mutterkornes. Halle 1863) verdanken wir die genaue Kenntniss der lückenlosen Entwicklungsgeschichte des Pilzes. Derselbe befällt von Getreidearten besonders den Roggen, doch findet er sich auch auf Triticum vulgare, T. turgidum, T. durum, T. Spelta, Hordeum vulgare, Avena sativa, Zea Mays, Panicum miliaceum, Oryza sativa. Von wildwachsenden Gräsern gelten als Nährspecies der Claviceps purpurea: Agrostis vulgaris, Alopecurus agrestis, A. geniculatus, A. pratensis, Anthoxanthum odoratum, Arrhenaterum elatius, Avena pratensis, Brachypodium pinnatum, Br. silvaticum, Bromus inermis, B. mollis, B. secalinus, Dactylis glomerata, Elymus arenarius, Festuca gigantea, Glyceria fluitans, G. spectabilis, Hordeum murinum, Lolium italicum, L. perenne, L. temulentum, Nardus stricta, Phalaris arundinacea, Ph. canariensis, Phleum pratense, Poa annua, P. compressa, P. sudetica, Sesleria

coerulea, Triticum repens; doch haben Kulturversuche noch zu entscheiden, ob es sich wirklich in allen diesen Fällen um ein und dieselbe Pilzspecies handelt oder ob (wie dies z. B. bei den Brandarten unserer Getreidegräser neuerdings geschehen ist) mehrere Arten zu unterscheiden sind.

Der Pilz tritt, bevor er das Mutterkorn bildet, in Form eines Geflechtes verzweigter, mit zahlreichen Querwänden versehener Hyphen in der äusseren Schicht (Mesocarp und Epicarp) des Frucht-

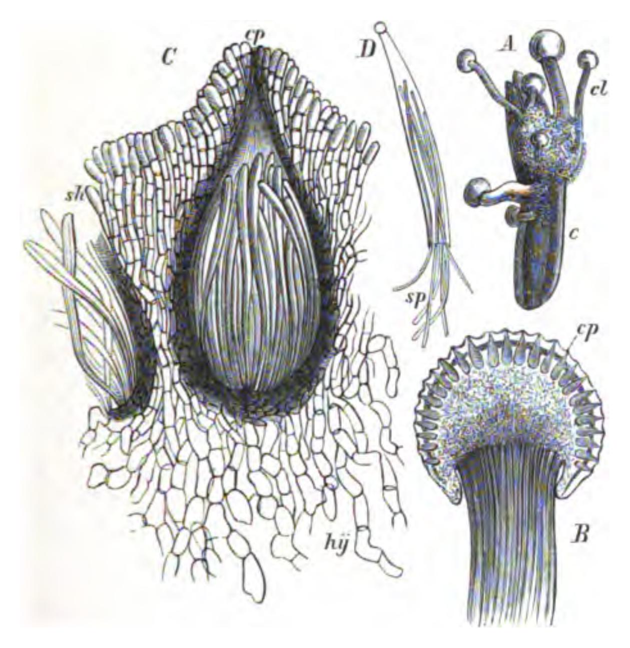


Fig. 7.

Entwicklung des Mutterkornes nach Tulasne. — *A* ein Fruchtträger *cl* bildendes Sclerotium (Mutterkorn) von Claviceps purpurea; *B* Längsschnitt durch den oberen Teil eines Fruchtträgers mit den Perithecien *cp* unter der Oberfläche; *C* ein Perithecium mit den umgebenden Hyphen, stärker vergrössert; bei *cp* die Mündung, *hy* Hyphen, *sh* Hautschicht des Hutes; *D* ein Ascus zerrissen und die Sporen entlassend.

knotens auf, diese Schicht schliesslich völlig aufzehrend und ersetzend. Die Oberfläche des Hyphengeflechts zeigt unregelmässige Längsfaltung und ist von den dicht stehenden Conidienträgern des Pilzes bedeckt. Mit der Abschnürung der Conidien an letzterer scheidet der Pilz eine süssliche, klebrige, übelriechende Flüssigkeit, aus, die in dicken Tropfen mit den Conidien zwischen den Spelzen hervordringt. Sie bildet den Honigthau des Roggens, der von zahl-

reichen Insekten, besonders vom Käfer Cantharis melanura aufgesucht und (mit den Conidien) von Blüthe zu Blüthe des Roggens etc. verbreitet wird. Diese Conidienform ist als Sphacelia segetum früher beschrieben worden, von Tulasne aber und nach ihm von Anderen ungenau beschrieben und abgebildet worden. Brefeld, welcher gezeigt hat, dass der Pilz auch auf künstlichen Nährböden gedeiht (auf sterilisirtem, mit Nährlösung getränktem Brote hat derselbe ausserordentlich üppige Conidienträger von den Schlauchsporen aus gezüchtet. Die Masse des Brotes war in einer Ausdehnung von mehr als 8 und einer Dicke von 1 Zoll völlig von dem Pilz durchwachsen, so dass an der Oberfläche Aufwölbungen und Einfaltungen entstanden, die ein Zwanzigpfennigstück zu bergen vermochten), beschreibt die Conidienbildung folgendermassen. „Die Conidien entstehen schon sehr früh an jungen, aus Ascensporen gezogenen Mycelien, und zwar an beliebigen Stellen der Fäden auf kurzen oder langen, an den Enden kaum angeschwollenen Seitenästchen. Die nacheinander abgegliederten Conidien ordnen sich seitlich zu dichten Köpfchen an. Sie entstehen nicht genau untereinander, sondern nebeneinander, so dass jede nächste Conidie die vorhergehende zur Seite schiebt und eine Anordnung in Ketten nicht möglich ist. Sterigmen sind bei der Conidienbildung kaum zu unterscheiden, nur die ungleiche Grösse der eiförmigen Conidien ist auffällig. Sie wird noch gesteigert, wenn die Conidien unter Nährlösung gebildet werden, durch unmittelbare, mit Anschwellung verbundene Keimung.“ In dichten Lagern kommen auch strangartige Verbindungen von Fäden zu Stande, die in ihrem ganzen Verlauf Conidienköpfchen in dichtem Gedränge ausbilden.

Die Conidien keimen bereits nach 12 Stunden in feuchter Luft und bilden entweder erst secundäre Conidien oder direkt Mycelien. Durch die Conidienform wird die Krankheit schnell über das ganze Feld verbreitet. Während sich diese Sphaceliaform auf die jüngeren Theile des Blüthenstandes ausbreitet, beginnen die Hyphen am Grund der älteren Fruchtknoten sich reichlicher zu verzweigen und zu einem pseudoparenchymatischen Körper zu verflechten, der Fruchtknoten mit den Resten des Griffels wird dabei als Mützchen emporgehoben und sinkt, da in der Regel eine Befruchtung nicht zu Stande kommt, frühzeitig zusammen. Nur in selteneren Fällen wurde die Ausbildung eines normalen Embryo mit Endosperm in den befallenen Fruchtknoten konstatirt. In jedem Falle bleiben aber die Ueberreste des Fruchtknotens am Scheitel des Mutterkornes, welches ein

ächtes Sclerotium (S. Clavus) darstellt, und letzteres ist nicht etwa aus einer Umwandlung des Getreidekornes hervorgegangen, wie man früher meinte. Legt man die Mutterkornsclerotien in feuchten Boden oder in Sand, so dass sie nur theilweise davon bedeckt sind, so tritt nach einer Ruhepause von etwa 3 Monaten, die aber mit der Temperatur und den Kulturverhältnissen wesentlich schwankt, eine Weiterentwicklung ein. Die dunkle Aussenrinde wird gesprengt, es treten weissliche Auswüchse hervor, die sich bald in ein kugliges Köpfchen mit cylindrischem Stiel differenziren. Der Stiel ist von Anfang an mehr oder weniger violett gefärbt, während die anfangs weissen Köpfchen durch gelbliche Färbung hindurch eine röthliche Farbe annehmen. Der Stiel trägt an der Basis nicht selten wurzelartige Fäden und das Köpfchen ist von ihm durch eine tiefe Ringfurche scharf abgegrenzt. Die stecknadelkopfgrossen, kugligen Köpfchen der Claviceps purpurea, deren Stiele bis 1 cm gross werden, sind schon in frühester Jugend mit warzigen Erhebungen bedeckt. Auf Längsschnitten bemerkt man, dass jede derselben die Ausmündungsstelle eines ovalen Peritheciums ist, an dessen Grunde zahlreiche, lange, am Scheitel erweiterte und abgerundete Asci mit je 8 fadenförmigen Sporen entspringen. Letztere werden nach Tulasne im Innern der Perithecien durch Resorption der zarten Ascusmembran frei und werden in rankenförmigen Massen aus der Mündung langsam entleert. Die Keimung der Ascussporen tritt zuweilen schon nach 24 Stunden ein und die daraus entstehenden Mycelien erzeugen in der Blüthe der Gräser wieder die Sphaceliaform und danach Sclerotien. Die Infection findet nicht an der Keimpflanze, sondern in der Blüthe statt. Durieu und Kühn haben durch direkte Infection der Getreideblüthe mit Clavicepssporen die Krankheit wieder erzeugt. Nach 11 Tagen trat Honigthau und bald die Sphaceliageneration auf. Berücksichtigt man, dass nach J. Kühn bis 33 Clavicepsköpfchen aus einem Sclerotium entstehen können und dass in jedem derselben Hunderte von Perithecien, in jedem Perithecium zahlreiche Schläuche mit je 8 Sporen entstehen, dass ein Sclerotium Millionen von Ascosporen erzeugt, so begreift man die ungeheure Verbreitung, die die Mutterkornkrankheit in manchen Jahren zeigt. — Ein Beizen des Saatgutes hat dieser Krankheit gegenüber keinen Zweck. Will man derselben entgegenwirken, so gilt es vor Allem, das Mutterkorn vor der Reife (da es nach derselben ausfällt) sorgfältig zu sammeln und zu vernichten und zuvor schon die mit Honigthau behafteten Fruchtstände zu entfernen; ferner

empfiehlt es sich nach J. Kühn, durch Drillkultur eine möglichst gleichmässige Entwicklung der Saat zu bewirken, weil bei gleichzeitigem Blühen der Pflanzen die Zeit, in der die Krankheit auf demselben Felde durch die Conidien verbreitet werden kann, sehr eingeschränkt wird. Eine Beseitigung der wildwachsenden mutterkornbildenden Gräser (Lolium etc.) in der Nähe der Felder würde gleichfalls stattzufinden haben, wenn — was eben noch durch Kulturversuche zu ermitteln ist — die Sclerotien derselben wirklich alle zur Species Claviceps purpurea gehören.

Von Parasiten des Mutterkornes sind mehrere bekannt geworden, so die Fadenpilze Fusarium graminearum Schw., F. heterosporium Nees, welche das „rothe Mutterkorn" verursachen, Cephalothecium roseum, ferner Verticillium cylindrospermum, das die Entwicklung der Clavicepsköpfchen verhindert, und Barya aurantiaca.

Von der Claviceps purpurea werden noch unterschieden:

Claviceps microcephala (Wallr.) Wint. in den Fruchtständen von Phragmites, Nardus, Molinia etc., Cl. nigricans Tul. auf Heliocharis und Scirpus, Cl. setulosa (Quél.) Sacc. auf Poa, Cl. pusilla Ces. auf Andropogon.

Das Mutterkorn enthält verschiedene starke Gifte, welche die Ursache gefährlicher Krankheiten werden können, in den Händen des Arztes aber zu wichtigen Heilmitteln geworden sind. Wird es mit dem Roggen gemahlen und im Brot gebacken, so wird dieses düsterviolett oder bekommt violette Flecken, und der fortgesetzte Genuss solchen Brotes hat schon öfter furchtbare Seuchen verursacht, denen man den Namen Kriebelkrankheit (Ergotismus, Rhaphania) gegeben hat. Diese Krankheit hat sich z. B. im Jahre 1577 in Hessen, 1588 in Schlesien, 1648 im Voigtlande, 1736 in Schlesien, 1761 in Schweden und Dänemark, 1709 in der Schweiz, 1747 in der Sologne, 1769 in Flandern und um Lille, 1770 und 1771 in Westfalen, Hannover, Lauenburg gezeigt. Einzelne Fälle kamen z. B. vor 1831 in Berlin, 1851 in Pommern, 1855 im Braunschweigischen, 1855—56 in Nassau. Auch neuerdings, 1891, sind Fälle bekannt geworden. So starb im Oktober 1891 in Oberreichenau bei Pausa ein junger militärpflichtiger Mann, der, unbewusst der Gefahr, Mutterkorn gegessen hatte, wenige Stunden nach dessen Genuss an der Kriebelkrankheit. Dieselbe hat ihren Namen daher, dass sie oft mit einem Kriebeln (Jucken) in den Füssen und Fingern beginnt, das sich bald über den ganzen Körper erstreckt. Dazu gesellen sich noch Krämpfe und allgemeine furcht-

bare Schmerzen, Kopfschmerz, Ohrensausen, Schwindel, Mattigkeit, Unsicherheit im Gehen. In einzelnen Fällen kommt es so weit, dass das Knie und andere Glieder brandig werden und die betreffenden Glieder unter Hinterlassung einer feuerrothen Wunde im Gelenk abfallen, wonach erst der Tod eintritt.

Man kann das Mehl, welches Mutterkorn selbst in einer Menge von 2 % enthält, leicht erkennen. Bei Auswaschung desselben oder des daraus gebackenen Brotes mit alkalischem Wasser färbt sich das letztere violett. Säurezusatz wandelt die violette Farbe in rothe um. Bei Erwärmung mit Kalilauge tritt Trimethylamin auf, das sich durch den Heringsgeruch bemerkbar macht. Der Auszug des Mutterkornfarbstoffs in Schwefeläther, der durch Schütteln mit schwach sodahaltigem Wasser von Chlorophyll getrennt wird, hat ein charakteristisches Absorptionsspectrum mit zwei Absorptionsstreifen im grünen und einem im blauen Theile des Spectrums. Auch mikroskopisch ist das Secale cornutum zu erkennen, da es gleichmässig aus kleinen rundlichen oder polygonalen, zu einem Pseudoparenchym fest verbundenen Zellen besteht.

Andere, durch Pilzparasiten des Getreides, das zum Brotbacken verwendet wird, verursachte Krankheiten des Menschen siehe bei Taumelgetreide (auch gewisse Brandarten enthalten giftige Alkaloide, so der Maisbrand Ustilago Maydis das von Rademaker und Fischer entdeckte Ustilagin, welches von intensiv bitterem Geschmack, in Aether und Wasser leicht löslich ist, und dessen in Wasser lösliche Salze durch Kaliumquecksilberjodid gefällt werden. Die Schwefelsäure löst es mit dunkler Farbe, die sich allmählich in Grün umwandelt, durch Eisenchlorid wird es roth).

Der Genuss mutterkornhaltiger Gräser bringt auch bei unseren Hausthieren, Geflügel wie Vierfüsslern, ähnliche tödtliche Krankheiten hervor, wie beim Menschen. So gab z. B. Salerne einem kleinen Schweine Gerste, wozu ein Drittel Mutterkorn gemischt war. Nach 15 Tagen wurden die Beine des Thieres roth und ergossen eine grünlich jauchige Flüssigkeit, Unterleib und Rücken waren schwarz. Man fütterte das Thier noch weitere 15 Tage und gab ihm dann gekochte reine Kleie; es blieb jedoch krank und starb bald. Andere Versuche von Read, Tessier u. A. hatten ähnliches Ergebniss; die Thiere starben mit Zeichen von Brand am Schwanze, an den Ohren, Füssen; auch an der Leber und den Därmen fand man brandige Flecken. Nach Wiggers, Diez u. A. zeigen die Thiere im Allgemeinen einen Abscheu gegen das Mutterkorn; bringt

man es aber z. B. Schweinen, Hunden, Kaninchen, Gänsen, Enten, Truthühnern, Haushühnern, Tauben, Krähen, Sperlingen, Ammern, Kohlmeisen durch Hunger oder sonst gewaltsam bei, so wirkt es tödtlich. Nur Schafe und Kühe verzehren es ohne Schaden. So hat Diez 20 Schafen einen ganzen Monat hindurch täglich 9 Pfund Mutterkorn mit dem Futter gegeben, darauf 20 anderen Schafen während zweier Monate täglich 13 1/2 Pfund Mutterkorn gegeben, ebenso 30 Kühen täglich 27 Pfund gemahlenen Mutterkorns in den Trank gemischt, ohne dass in einem der Fälle eine üble Wirkung zu bemerken war.

Als Arzneimittel ist das Mutterkorn (Secale cornutum der Pharmakopöe) dem Menschen heilsam. Besonders findet es hier seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts Verwendung gegen Blutungen des Uterus, häufiges Nasenbluten etc. (indem es Contractionen der Gefässe und des Uterus bewirkt), und besonders zur künstlichen Erregung der Wehen bei schweren Geburten.

Von den chemischen Bestandtheilen des Mutterkornes ist das von Tanret gefundene Ergotinin, $C_{35}H_{40}N_4O_6$, welches in weissen Nadeln krystallisirt, in Wasser unlöslich, in Alkohol, Aether, Chloroform löslich ist (die Lösungen fluoresciren, Lösungen in Säuren färben sich an der Luft roth, alkoholische grün, dann braun. Bei Gegenwart von Aether nimmt es mit verdünnter Schwefelsäure behandelt rothviolette, dann blaue Färbung an), nicht giftig, während das Ergotin Wenzell's, $C_{50}H_{52}N_2O_3$, (das Picrosclerotin Dragendorf's und) die Sphacelinsäure und das Cornutin Kobert's giftig sind. Nach R. Kobert sind von den giftigsten Stoffen des Mutterkornes die wichtigsten die Sphacelinsäure, welche die eigentliche Ursache des Mutterkornbrandes (der Kriebelkrankheit) ist und auf die Uterusbewegung in so eigenthümlicher Weise einwirkt, das Cornutin, welches auf die Uterusbewegungen schwächer und in anderer Weise wirkt, sonst Steifigkeit der Glieder, bei stärkeren Dosen Krämpfe und starke Reizung der Gehirnnerven zur Folge hat, und die Ergotinsäure, welche eine Lähmung des Rückenmarks bewirkt, die willkürlichen Bewegungen unmöglich macht, die Frequenz der Athemzüge herabdrückt und schliesslich durch Aufhebung der Athembewegungen den Tod herbeiführt. Einfluss auf die Uterusbewegungen und Erhöhung des Blutdruckes war bei Anwendung der Ergotinsäure nicht zu bemerken. Das in der Medicin wirksame Princip des Secale cornutum dürfte nach den Untersuchungen Kobert's die Kombination der Sphacelin-

säure und des Cornutins darstellen, während die Ergotinsäure schädliche Wirkungen ausübt. — Da die giftigen Stoffe des Mutterkorns nach dem Alter des letzteren sich ändern, empfiehlt es sich für den Apotheker, zur Verarbeitung zu officinellen Präparaten nur solches Mutterkorn zu verwenden, das nicht länger als ein Jahr aufbewahrt worden ist.

Cordyceps, Keulensphärie.

§ 96. Die Mycelien wachsen parasitisch in Gliederthieren und deren Larven oder auf Pilzen und erzeugen Conidienträger, die als Botrytis (B. Bassiana, B. tenella etc.) in Coremienform als Isaria (I. farinosa) beschrieben worden sind. Die auf Thieren wachsenden Arten verursachen sehr schnell um sich greifende tödtliche Epidemieen; die getödteten Thiere werden mumificirt, in Sclerotien verwandelt oder es entstehen seltener in ihnen Sclerotien, aus denen verschieden gefärbte, keulenförmige, innen weisse Stromata mit oberflächlich eingesenkten Perithecien gebildet werden. Die Schläuche enthalten 8 fadenförmige, in viele kurze Zellen gegliederte Sporen. Die Pilze, welche sich auch saprophytisch ernähren können, spielen mit den Entomophthoreen, Bakterien und Schlupfwespen eine ausserordentlich wichtige Rolle im Haushalt der Natur, indem sie den grössten Insektenplagen oft ganz plötzlich Einhalt thun und die Kadaver vernichten, freilich auch zuweilen unter dem Menschen nützlichen Insekten (Seidenraupe) Epizootieen verursachen.

Cordyceps militaris (Ehrh.) Lk. bildet auf Raupen und Puppen bis 6 cm lange, gestielte, orangegelbe bis purpurfarbene, höckerige Keulen. Die Ascosporen zerfallen in zahlreiche cylindrische, 3 µ lange Glieder, die auf den Insektenkörpern rasch keimen, durch die Chitinhaut eindringen und im Innern des Körpers zu verzweigten Mycelien und Sprosskolonieen auswachsen, den Körper schliesslich völlig in eine dichte Pilzmasse umwandeln. Ausser der Perithecienfruchtform sind von dem Pilz (je nach der saprophytischen und parasitischen Ernährung) botrytisähnliche Conidienstände, 2—5 cm lange gestielte, keulenförmige Coremienbildungen mit mehlig bestäubter Keule („Isaria farinosa"), einzeln abgegliederte Cylinderconidien, Oidien und Hefesprossungen bekannt.

Der Pilz räumt gewaltig unter den verschiedensten schädlichen Insekten auf, so unter der Forleule Noctua piniperda L., die in manchen Jahren so stark auftritt, dass sie Tausende von Morgen Kiefernwaldes völlig verwüsten kann (vgl. Entomophthora,

Botrytis Bassiana), dem Kiefernspinner (Gastropacha pini L.), dem Fichtenspanner (Fedonia piniaria Fr.). So wurden im Jahre 1869 im Reviere Köslin 68 % und im Revier Neustadt-Eberwalde 59 % der Spinnerraupe in stark befallenen Forstrevieren durch die Cordyceps militaris-Epidemie getödtet. Auch auf Bombyx pudibunda und anderen Insektenlarven ist die Art verbreitet. Sie findet sich auch neben Botrytis Bassiana bei der Nonne.

Parasitisch findet sich hier wie bei anderen Cordycepsarten die Melanospora parasitica, deren Entwicklungsgeschichte Kihlmann festgestellt hat.

Cordyceps Sphingum (Tul.) Sacc. Stroma aus einer dünnen, leicht ockergelben, kahlen, den ganzen Insektenkörper überziehenden Kruste entspringend, schlank und steif, aus allen Theilen des Thieres allseitig divergirend, 5—40 mm lang. Auf der Kruste selbst und an den oberen und mittleren Theilen des Stromas sitzen vereinzelt oder rasenweise oder in dichtem Ueberzug die schmal eiförmigen, kaum ½ mm langen kahlen, fleischigen, blassröthlichen Perithecien. Asci sehr lang, wie bei voriger Art, kaum 4 μ dick. Sporen dünnfädig. Besonders auf Sphinx- und Phalaenaarten, deren Larven noch den Conidienzustand Isaria Sphingum Schwein. (Isaria sphingophila Link) zeigen.

Cordyceps entomorrhiza Dicks. Stroma aus langem gebogenem, ziemlich derbem, gelbem Stiel von 2—8 cm und rundlich eiförmigem, lebhaft goldgelbem Köpfchen von 5—8 mm Länge und 4 mm Dicke, das durch die vorstehenden gebräunten Mündungen punktirt ist. Perithecien nur im kopfförmigen Theil eingesenkt, eiförmig, mit kurzem, wenig vorragendem Halse. Asci sehr lang, 6,5—7 μ dick. Sporenglieder 6—8 μ lang, 4 μ dick. Auf Larven verschiedener Insekten (s. unten) im Mai.

Cordyceps Ditmari Quel. Stiel des Stroma fadenförmig, einfach oder zweitheilig, gebogen, blass, citronengelb, am Grunde dunkler. Köpfchen eiförmig 3—4 mm dick, fleischig, strohgelb oder fast fleischfarbig, durch die Mündungen purpurn punktirt. Perithecien elliptisch, orange bis rosafarbig. Sporen fädig, 45 — 50 μ lang, in stäbchenförmige, 12 μ lange Glieder zerfallend. Auf Vespa Crabro und Verwandten.

Cordyceps Helopis Quel. Stroma mit schlankem, gekrümmtem, weiss glänzendem, rosa gestreiftem Stiel und länglich elliptischem, 5—6 mm langem fleischigen, safran-gelbbraunen, schwarz purpurn punktirten Köpfchen. Fadenförmige Sporen in

kuglig-kubische, 2,5—3 μ dicke Glieder zerfallend. Schläuche cylindrisch. Auf Larven von Helops caraboides.

Cordyceps cinerea Tul. Stiel des Stroma lang cylindrisch, gebogen, schwarzbraun bis schwarz, glatt, abwärts grau und zart bestäubt, 4—6 cm, seltener bis 19 cm lang, 1—2 mm dick. Köpfchen, verkehrt eiförmig oder fast kuglig, von der Grösse einer Erbse. Anfangs grau-weiss, später licht gelbbraun-violett. Perithecien kuglig, sehr dicht, mit kaum sichtbarer Mündung. Sporen fädig, in linealische, 7—10 μ lange Glieder zerfallend. Im Herbst auf Käferlarven und entwickelten Käfern, besonders Carabus- und Calosomaarten.

Cordyceps alutacea Quel. Stroma keulenförmig in den Stiel verjüngt, weich, fleischig, ledergelb, höckerig. Sporen nadelförmig, vielgliedrig, 40—50 μ lang. Zwischen Kiefernadeln im Jura gefunden, vermuthlich aus Insektenlarven entspringend.

Cordyceps Melolonthae (Tul.) Sacc. Vielleicht gehört zu dieser Art ein Pilz, welcher in seinen bisher allein beobachteten Conidienzuständen Isaria densa (Link) Giard ist, die als Isaria tenella Giard (oder Botrytis tenella Sacc.) eine tödtliche Krankheit der Engerlinge des Maikäfers verursacht. 1890 trat dieselbe um Céaucé (Orne) in Frankreich auf, im Frühjahr 1891 wurden die mumificirten Engerlinge durch das Pflügen in solcher Menge ausgeworfen, dass der Boden wie verkalkt erschien, und nun griff die Krankheit, indem der Wind die Sporen verbreitete, rasch um sich, ergriff die Engerlinge in benachbarten Gemeinden und wurde durch Le Moult mit Erfolg durch mumificirte Maikäferlarven weiter verschleppt. Giard, Prillieux und Delacroix u. A. gelang es, den Pilz reinzuzüchten. Auf Fleisch, Kartoffeln, Zuckerlösung, in Fleischbrühe etc. bildet er reichlich Sporen; in Gelatine findet eine üppige Mycelbildung statt, durch Glycerinzusatz wurde die Sporenbildung beschleunigt. Von den Kartoffelkulturen, Bouillon etc. aus wurden die Sporen in Wasser vertheilt und wurde mit letzterem der Boden, welcher gesunde Engerlinge enthielt, begossen. Die Engerlinge wurden sämmtlich in zwei Wochen durch den Pilz getödtet und schnell von dem charakteristischen Schimmel überzogen, während der Pflanzenwuchs durch das im Boden wuchernde Mycel keinerlei Schädigung erlitt. Die Reinkulturen (Isaria densa, Botrytis tenella) liefern also dem Landwirth ein erfolgreiches Mittel, die so sehr schädlichen Engerlinge auf seinen Wiesen und Feldern sicher und

dauernd zu beseitigen. Parasitisch findet sich auf dem Engerlingspilz noch ein anderer Pilz, Melanospora parasitica.

Ob die Conidienformen der Engerlingepidemie in Frankreich wirklich zu dem von Fougereaux de Bondaroy 1769 in Pennsylvanien gefundenen Cordyceps Melolonthae (= Torrubia elongata) Tul. gehört, der später von Burrill, Kirtland, Mitchil, Walsh, Zabriskie etc. in Nordamerika auf der Larve des amerikanischen Maikäfers Lachnosterna fusca („white grub") beobachtet wurde, lässt sich erst entscheiden, wenn aus den von Giard beobachteten Sclerotien neben der Isaria die Schlauchfruchtform gezogen sein wird. Auf die Seidenraupe lässt sich Isaria densa (mit elliptischen Conidien) zwar übertragen, die mumificirten Raupen bilden aber im Gegensatz zu den von der Muscardine befallenen erst dann Sporen, wenn sie in die Fruchtkammer kommen. Berkeley und Curtis haben die Cordyceps Ravenelii als Parasiten eines anderen Rhizotrogiden (Ancylonycheus Dej., Phyllophaga Harris) von Carolina, Texas und Alabama beschrieben.

In Frankreich haben Roumeguère und Ch. Fourcade den Cordyceps entomorrhiza Dieks. auf dem Junikäfer (Rhizotrogus solstitialis Tab.), Roumeguère und Briard haben auf Melolontha vulgaris den Cordyceps militaris (Conidienzustand: Isaria farinosa), Bail hat bei Mewe in Preussen eine Isaria, De Bary um Halle eine Botrytis, die er zu B. Bassiana stellt, als Urheber einer Engerlingsepidemie beobachtet. Beide sind nach Giard mit I. densa identisch. Ferner sind die schlecht umgrenzten Arten Cordyceps Miquelii Tul., C. sobolifera Hill., C. Barnesii Thv. auf Maikäfern und anderen Lamellicornen gefunden worden. Metschnikoff hat die Isaria destructor auf Anisoplia austriaca Hbst., Grognon die Isaria eleutheratorum Nees auf Lucanus cervus beobachtet.

Nach Aitken tödtet ein Cordyceps auf Ceylon die Larven mehrerer die Wurzeln der Kaffeepflanzen zerstörenden Melolonthiden. Im Distrikt Dolosbage, wo dieser Pilz häufig ist, kommt das Insekt selten vor: eine Beobachtung, die von den Pflanzern durch Einführen von Cordycepssporen enthaltender Erde aus Dolosbage in andere Distrikte, wo die Larven grosse Verwüstungen anrichteten, praktisch verwendet wird.

Auch gegen andere Schädlinge unter den Insekten ist man erfolgreich vorgegangen durch Verbreitung ihrer Pilzparasiten, so gegen die Larven des 1878 im ganzen südlichen Russland stark verbreiteten Getreidekäfers, Anisoplia austriaca, und den den Rüben

gefährlichen Käfer Cleonus punctiventris; durch die durch grüne Sporen ausgezeichnete Conidienform Isaria destructor Metschnikoff, die auch Lethrus cephalotus Fabr. und Agriotes und Heliothis dipsaceus tödtet. Die durch sie verursachte Krankheit hat den Namen grüne Muscardine erhalten.

Ein Pilz, der die Heimchen und Wanderheuschrecken epidemisch befällt und sehr schnell tödtet, auch mit Erfolg zur Vertilgung dieser Thiere verwendet worden ist, ist von Giard Lachnidium acridiorum benannt worden und hat eine Fusarium- und eine Cladosporiumfruktifikation.

§ 97. Vermuthlich nur eine Sammelspecies, ein Gemenge gleichgestalteter, aber zu verschiedenen Cordycepsarten gehöriger Conidienformen stellt der Muscardinepilz, Botrytis Bassiana Bals., dar. Die hyalinen Fruchthyphen sind bei diesen Conidienträgern an den Seiten mit mehreren entfernt stehenden Sporenköpfchen versehen, die aus einfachen oder büschelig verzweigten, unten etwas erweiterten, oben pfriemenförmig zugespitzten Aestchen bestehen, an deren Spitzen und Seiten die Sporen auf kurzen, stielartigen Aestchen sitzen. Sporen kuglig, 2—3 μ im Durchmesser, meist einen flaumigen Ueberzug bildend. Es vereinigen sich aber die Fruchthyphen auch zu Isariabildungen, wie bei den anderen Cordyceps. Aus den Ascosporen letzterer sind sowohl ganz analoge und gleichgestaltete Botrytis, als auch Isariaformen gezogen worden. Dass es bisher umgekehrt nicht gelang, von Botrytis Bassiana die zugehörigen Perithecienstromata zu kultiviren, ist nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Mykologie (vgl. bei Oidium, Hefeconidien) nicht zu verwundern. (Ein Theil der „Botrytis Bassiana“ gehört wahrscheinlich zu Cordyceps Melolonthae und Verwandten). Am längsten (seit 1763) ist die Muscardinekrankheit der Seidenraupen bekannt — bei der also der Pilz den Menschen schädigt. Die von dem Pilz der Muscardine (oder des „Calcino“) befallenen Raupen des Seidenspinners werden träge, verlieren die Fresslust und sterben; erst an den Cadavern, die in steinharte Mumien verwandelt werden, brechen die Botrytisrasen schimmelartig hervor. Im vorigen Jahrhundert war die Seuche in Piemont und in Frankreich besonders verbreitet. Bassi zeigte 1835 die Uebertragbarkeit der Krankheit, die namentlich 1867 durch De Bary weiter studirt wurde, durch die Sporen des Schimmelpilzes. De Bary zeigte, dass der Pilz auch auf Sphinx Euphorbiae, Tenebrio molitor etc. übertragbar ist.

Die Infection geschieht nicht vom Magen, sondern von der Haut aus. In den Muskelbündeln und Fettläppchen werden Cylinderconidien abgeschnürt, die im Blut ganz wie bei Cordyceps militaris sich strecken und durch Sprossung vermehren. Von dem Eindringen der Keimschläuche der kugligen Sporen in den Körper der Seidenraupe und des Wolfsmilchschwärmers bis zum Tode der Thiere vergehen 12—14 Tage, während der Verlauf der Krankheit bei anderen Insekten hiervon etwas abweicht. Neuerdings scheint die Muscardine der Seidenspinner in grösserem Massstabe nicht mehr aufzutreten, vielmehr durch die Gattine u. a. Krankheiten der Seidenraupe verdrängt worden zu sein. Zum Schaden der Menschen wirkt die Muscardine noch als Krankheit, der zum Füttern der Singvögel gezüchteten Mehlwürmer (Larven des Käfers Tenebrio molitor), und eine verwandte Krankheit bei der Cochenillelaus während sie sonst, wie die Entwicklungsformen der Cordycepsarten, dem Menschen zu Nutzen ist. Besonders betheiligt scheint die Botrytis Bassiana (und Cordyceps militaris) bei der Vernichtung der Nonne (Liparis Monacha) zu sein. Letztere hat z. B. in den 50er Jahren in den Kiefern- und Fichtenbeständen in den preussischen Regierungsbezirken Gumbinnen und Königsberg und bis nach Russland hin grosse Verwüstungen angerichtet. Im Juli 1853 fielen auf einmal, vom Südwind getrieben, wolkenartige Massen von Nonnenschmetterlingen in mehrere Reviere des Bezirks Gumbinnen ein, so dass sie einem heftigen Schneegestöber glichen, und, trotzdem etwa 1 ½ Millionen Weibchen getödtet und bis zum 8. Mai 1854 ca. 300 Pfund Eier (ca. 150 Millionen) vernichtet wurden, wurde doch das ganze Revier kahl gefressen und in den Jahren 1854 und 1855 war der Frass noch ärger als zuvor, so dass 16 354 Morgen Wald total vernichtet wurden. Im Bezirk Königsberg hauste die Nonne von 1854—1859 und von 1867—1869 und brachte 10 000 cbm Holz zum Absterben. Auch bei dem letzten Auftreten der Nonne von 1890—1891 in Bayern etc. vermochte die Menschenarbeit und vermochte die durch riesige, von Dampfmaschinen bediente, elektrische Lampen bewirkte Vertilgung der Schmetterlinge nur wenig. In allen Fällen wurde eine Weiterverbreitung der Nonnenplage von der Natur selbst durch Vermittlung der Botrytis Bassiana und anderer krankheiterregender Pilze (Bakterien etc.) rasch bewirkt. Die Erfahrungen bezüglich der Maikäferkalamität in Frankreich etc. führen hoffentlich auch hier bald dazu, dass der Mensch selbst zur rechten Zeit jene Pilze ins Feld führt.

Die Muscardine ist auch auf anderen Insekten epidemisch beobachtet worden, so bei Gastropacha pini, Bombyx neustria, Liparis dispar, ferner auch bei Sphinx Euphorbiae, Sph. Galii, Euprepia Caja, Saturnia Pavonia, bei Athalia Berberidis, Cleonus punctiventris, Anisoplia austriaca. 1883 richtete die Waldzeltraupe, Clisiocampa silvatica, im südlichen Theil von Illinois an einer Menge von Waldbäumen, in Obstgärten und selbst auf Erdbeerfeldern grosse Verwüstungen an, denen erst durch Auftreten der Muscardinekrankheit Einhalt gethan wurde. 1889 waren zwar wieder Raupen vorhanden, sie starben aber sämmtlich ab, ohne zur Verpuppung zu kommen. Auch bei der Stubenfliege ist die Muscardinekrankheit von Kowalewski beobachtet worden, und ich selbst fand einen der Botrytis Bassiana ähnlichen Pilz, der zusammen mit der Entomophthora gloeospora Vuill. 1890 die Pilzmücken (Mycetophiliden) um Greiz heimsuchte.

Blasius u. A. berichten, dass in Mexiko etc. der Aberglaube besteht, dass die von Cordyceps und Isaria befallenen Thiere „Thierpflanzen" mit eigenthümlichem Generationswechsel seien, dass sich das Thier in eine Pflanze verwandle, aus deren Samen das Thier wieder entsteht. Der spanische Naturforscher und Mönch Torrubia hat in seiner Naturgeschichte von Spanien 1754 die auf einer Wespe wachsende Cordyceps entomorhiza als „musca vegetabilis", „zoophytische Fliege" beschrieben.

§ 98. Von Gliederthiere bewohnenden Cordycepsarten sind überhaupt folgende bekannt:

I. Eucordyceps:

Cordyceps myrmecophila Ces. (auf Myrmica rufa, Formica nigra, Ichneumon in Italien, Finnland, England, Nordamerika, Ceylon, Sarrawak).

C. gracilis (Grev.) Durr. et Montg. (auf verschiedenen Insekten in Frankreich, England, Algier).

C. entomorrhiza (Dicks.) Fr. (auf Larven verschiedener Insekten unter dem Gartenrasen: Tinea menesteris, Rhizotrogus solstitialis in Europa, Amerika, Australien).

C. curculionum (Tul.) Sacc. (auf Heilipilus u. a. Curculioniden in Peru).

C. Wallaysi West. (in Belgien).

C. sphecocephala (Kl.) Berk. (auf Vespa und Polybia in Brasilien).

C. armeniaca Roum. (auf Insektenresten der Vogelexcremente).

C. stylophora Berk. et Br. (Nordamerika).

C. palustris Berk. et Br. (Nordamerika).

C. pistillariaeformis Roum. (in England und Amerika).

C. gentilis (Ces.) Sacc. (auf Sphecodes, Borneo).

C. sobolifera (Hill.) Berk. (auf Cicaden auf der Kaffeewurzel). Guadelupe, Martinique, St. Domingo, Ceylon.

C. flabella B. et C. (aus einem Sclerotium auf Cuba).

C. alutacea Quel. (auf Larven in Kiefernwäldern).

C. Ditmari Quel. (auf Vespa Crabro im Jura).

C. Helopis Quel. (auf Helops caraboides).

C. cinerea (Tul.) Sacc. (auf Käfern in Frankreich).

C. unilateralis (Tul.) Sacc. (auf Atta Antutoli, Formica cepalatus. Brasilien).

C. australis Speg. (auf Formica striata. Brasilien).

C. bicephala Berkl. (Rio Negro).

C. Gunnii Berk. et Curt. (auf Cossus, Hepialus, Heilipus in Australien).

II. Racemellae:

Cordyceps militaris (L.) Lk. (Europa, Nordamerika, Ceylon).

C. memorabilis (Cer.) auf Staphylinen in Italien).

C. Sphingum (B. et C.) Tul. (mit Isaria Sphingis auf Sphinx, Amphiorryx, Anceryx etc. in Europa, Carolina, Brasilien).

C. Robertsii Hook. (auf Hepialus virescens).

C. Hugelii Cord. (auf Bombyx in Neuseeland).

C. Ravenelii Berk. et Curt. (auf der Larve von Ancylonychus. Carolina. Texas).

C. superficialis (Peck.) Sacc. (Nordamerika).

C. acicularis Rav. (Carolina).

Ungenau bekannt sind: C. falcata Berk., Indien. — C. Taylori (Berk.) Sacc., Australien. — C. fuliginosa Ces., auf Bombyx antiqua, Norditalien. — C. caespitosa (Tul.) Sacc., auf Cicaden, in Neuseeland. — C. Melolonthae Tul., an Engerlingen, Nordamerika und Europa (?)[1]. — C. Humberti Rob., auf Vespa cincta, Senegal. — C. Miquelii (Tul.) Sacc., auf Cicadenlarven, in Brasilien und Nordamerika. — C. coccigena (Tul.) Sacc., auf Coccus, in Neuguinea. — C. Montagnei B. et C., auf Mygale Cubana, Cuba. — C. racemosa Berk., Indien. — C. caloceroides B. et C., Cuba. — C. Sinensis (Berk.) Sacc., China. — C. Barnesii Thv., auf Melolontha, Ceylon,

[1]) Der Pilz der Maikäferseuche, Isaria (Botrytis) tenella, wurde von Lecoeur mit Erfolg auch gegen den Apfelblüthenstecher und Frostspanner verwendet.

Peradeniga. — C. dipterigena B. et Br., Ceylon. — C. Sainclairii Berk., Orthopterenlarven, Neuseeland. — C. Dugasii Cordier, Mexico.

Folgende Conidienformen dürften gleichfalls zu Cordycepsarten gehören: Isaria floccosa Fr. (Bombyx-Jacobaeae-Larven). — J. Eleutheratorum Nees. (Calathus fuscus Bouill. und Carabus cyanus Dej.). — J. aranearum Schw., Carolina. — J. exoltea Fr. (Noctua exoleta. — J. strigosa Fr. (N. Ypsilon Siem.). — J. leprosa (Noctua inorabilis Siem.). — J. sphaerophora Wall. (Spinnen). — J. arachnophila Ditt. (Epeira zonaria, brunata, dilatata, Tachina). — J. stilbiformis Speg. (Pentatoma).

Vgl. auch die Arbeit von J. Krassilstschik, Insektenkrankheiten durch Pilze verursacht, Mem. d. neuruss. Naturf.-Ges. Bd. XI, Heft 1, p. 74—171, Odessa 1886, russisch.

§ 99. An pflanzlichen Parasiten kommen in Deutschland Cordyceps ophioglossoides (Ehrh.) Lk., mit blassem Stiel und länglich-stumpfer, etwas zusammengedrückter, röthlich-schwarzer Keule (bis 12 cm lang) und C. capitata (Homsk.) Lk., mit 3—8 cm hohem Stroma, gelbem oder gelblich-schwärzlichem Stiel und eiförmig-kugligem oder nierenförmigem, braunem Kopfe auf den Hirschtrüffeln (Elaphomyces granulatus, muricatus, variegatus) vor. Eine Conidienform des ersteren, die Tulasne bereits beschrieben, Krassilstschik Isaria ophioglossoides Krassil. benannt hat, wird von Krassilstschik als Parasit von Pachytylus migratorius L. angesehen. Auch die verwandten Gattungen Barya, Eleutheromyces, Melanospora enthalten eine Reihe von Arten, die theils parasitisch, theils saprophytisch auf anderen Pilzen wachsen.

Von Barya (mit ganz oberflächlichen, fleischig-hornartigen, kegelförmigen Perithecien ohne Stroma, mit verlängerten Asci, deren 8 Sporen fadenförmig, farblos, ohne Querwände sind) findet sich die gelbgrüne, dann schwarzbraune B. parasitica Fuckel mit einer gelbgrünen, dann braunen Conidienform auf Bertia moriformis, Barya aurantiaca, als Parasit des Mutterkornes, Clavices purpurea.

Eleutheromyces subulatus (Tode) Fckl. Perithecien oberflächlich, in dichten Heerden oder zerstreut aus rundlicher Basis, nach oben verjüngt, 0,4—1,5 mm hoch, gelblich, durchscheinend, später bräunlich. Asci cylindrisch, nach unten stielartig verbreitert, 8sporig, 48—50 μ lang, 2,5—3 μ dick. Sporen einreihig, elliptisch, beiderseits zugespitzt und mit borstenförmigen Anhängseln, farblos, 4—6 μ lang, 1,5 μ dick. Conidienform als Isaria

brachiata Schum. beschrieben. Auf dem Birkenlöcherpilz (Polyporus betulinus) und dauerhafteren Agarici.

Anhang zu den Hypocreaceen.

§ 100. Von den Conidienformen, die denen der bekannten Hypocreaceen verwandt sind, deren Zugehörigkeit aber noch nicht ermittelt ist, sind eine Anzahl von praktischer Bedeutung oder sonst von besonderem Interesse.

Gloeosporium besitzt sehr dünne, flache, parenchymatische Stromata, die meist in grösserer Anzahl zusammen in der Epidermis von Früchten, Blättern etc. eingesenkt und von der Cuticula bedeckt, als dunkle Punkte und Striche erscheinen. Von ihnen gehen kurze Hyphen aus, welche länglichovale oder cylindrische, oft gekrümmte Conidien bilden, die die Oberhaut durchbrechen und bleiche, graue oder lachsfarbene, schleimige Massen bilden. Von Gloeosporium ist neuerdings Colletotrichium abgespalten worden, bei welchem sich zwischen den conidientragenden Hyphen dunkle Borsten finden.

Die Fleckenkrankheit der Bohnenhülsen.

Colletotrichium (Gloeosporium) Lindemuthianum Sacc. et Magn. (1875).

Der Pilz ist zuerst 1881 von Frank in Potsdam als Krankheitserreger beobachtet worden, 1882 fand ich ihn, ohne von dem Funde Frank's zu wissen, bei Greiz sowie an Bohnen aus Zwickau, Altenburg, Isenhagen bei Uelzen, und bald mehrten sich die Funde in ganz Deutschland. Allem Anschein nach breitete sich der Pilz rasch über ganz Europa aus und er gehört heute zu einem der schädlichsten Bohnenpilze nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika, wo ihn Farlow 1882 auf dem Markt von Cambridge traf. Zwar meint Sorauer, die Krankheit sei eine in praktischen Kreisen altbekannte Erscheinung, doch ist es wohl sicher, dass sie nicht nur in wissenschaftlichen Kreisen erst neuerdings bekannt geworden ist, sondern als verheerende Krankheit erst neuerlich über den Erdkreis ihre Wanderung macht. Der Pilz tritt an den Blattrippen, Stengeln nnd Hülsen der Bohnen, besonders an den Hülsen der Wachsbohnen in Form bis 1 cm grosser brauner, vertiefter Flecken auf, aus denen die walzenförmigen, geraden oder schwach gekrümmten Sporen hervortreten, zuletzt gehen die ganzen Bohnenhülsen in Fäulniss über. Nach den Versuchen Frank's dringen die Keimschläuche der Sporen und die Mycelien bis in die

Samen ein und zerstören dieselben ganz oder erzeugen nur braune Flecke auf ihnen; die jungen Bohnenpflanzen, die aus solchen Samen hervorgehen, sind bereits von dem Pilz inficirt.

Die Anthracnose der Baumwollenstaude, welche in Amerika besonderen Schaden bringt, wird durch Colletotrichium Gossypii Southworth bewirkt. Auch eine andere Krankheit „Cotton root rot", welche die Wurzel der Baumwollenpflanze befällt, tritt neuerdings vielfach der Baumwollenkultur hemmend in den Weg. Sie wird durch die Mycelform Ozonium auricomum Link erzeugt. (Nach Roumeguère, Schulzer, v. Müggenburg u. A. haben mehr als 12 Agaricineen sowie auch Kalchbrenneria diese Mycelform, z. B. Lenzites, Coprinusarten, auch Craterellus muscigenus.)

Colletotrichium malvarum (Br. et Casp.) Southw. (= C. Althaeae) verursacht in Amerika, Schweden etc. eine sehr verheerende Krankheit der Malven. In Schweden ist dieselbe durch die daselbst spät eingewanderte Puccinia Malvacearum Mont. in den letzten Jahren meist verdrängt worden. C. malvarum unterscheidet sich durch viel reichlichere braune Borsten von C. Lindemuthianum. Die Sporen sind 11—28 μ lang, 5 μ breit, farblos wie ihre Träger, die Borsten dagegen dunkelbraun, unten meist farblos, 1—2mal septirt, 60—100 μ lang, 3,5 μ breit, sehr zahlreich, erscheinen aber später als die Conidienträger. Die Keimung geht rasch vor sich und zeigten sich auf gesunden Malvenblättern 7 Tage nach der Sporenübertragung bereits sporentragende schwarze Pusteln. Mit der Malven-Anthracnose tritt zuweilen noch ein anderer Krankheitserreger der Malven, Cercospora Althaeae, auf. Auch Ramularia serotina Atkins. findet sich darauf.

Colletotrichium Spinaciae Ell. et Halst. verursacht eine Krankheit des Spinates.

Colletotrichium Bromi Jemings auf Bromus unioloides.

Colletotrichium ampelinum Cav. auf Weinstöcken.

Colletotrichium Lycopersici Chester verursacht die Anthracnose der Tomaten.

Die Pocken des Weinstocks.

Gloeosporium ampelophagum Sacc. (Ramularia ampelophaga Pass., Phoma amp. Arcangeli) bildet auf den Blättern, Stielen der noch unreifen Weinbeeren rundliche, russschwarze oder röthlichbraune, scharfumsäumte, flach erhabene Pusteln, die sich dann mit den farblosen Sporen bedecken. Letztere sind elliptisch bis oval.

Die untere Blattseite zeigt korrespondirende, concave, rothbraune scharfumrandete Flecken. Saccardo fand in den Pusteln auch noch Fusarium Zavianum Sacc. und Tubercularia ampelophila Sacc., die er als zugehörig betrachtet. Die Krankheit der Weintrauben ist als „Nebbia“, Pocken- oder Blasenkrankheit, Brand, Jausch, Rost des Weines beschrieben worden.

Gl. lagenarium Cke. (Gl. reticulatum Sacc.) mit dem zugehörigen Fusarium reticulatum Mont. verursacht eine Krankheit der Früchte (und Stengel) der Gurken, Kürbisse und Melonen.

Gl. laeticolor Berk. bildet kreisrunde, verfärbte Flecken auf den Früchten der Aprikosen und Pfirsiche.

Gl. fructigenum verursacht die Bitterfäule der Aepfel und Weintrauben.

Gl. epicarpii Thüm. erzeugt eine Fleckenkrankheit der unreifen Wallnüsse.

Gl. carpigenium Cke. auf den Früchten von Aesculus.

Gl. Leguminis Cke. et Hark., Gl. Leguminum Cke. auf Leguminosenhülsen.

Gl. nervisequium (Fckl.) Sacc. (mit Fusarium) bildet die Anthracnose (blight) der Blätter von Platanus occidentalis, Eichen, Eschen, Ahorn, Sycomore.

Andere Blattkrankheiten erzeugende Arten sind:

Gloeosporium Aceris Cke. auf Ahornarten (Amerika).

Gl. quercinum Hark. und West. auf Eichen.

Gl. septorioides Sacc. (Marsonia quercina Wint.) auf Eichen.

Gl. Betularum E. et M. auf Betula nigra etc.

Gl. Coryli (Desm.) (Phyllosticta corylina E. et. M.) auf Corylus Avellana.

Gl. Fagi (Desm.), Gl. Fuckelii Sacc. und Gl. exsiccans Thümen auf Fagus. Gl. fraxineum Pk. auf Eschen.

Gl. Hamamelidis Cke. auf Hamamelis virginica.

Gl. Hepaticae Pk. auf Hepatica acutiloba.

Gl. Laporteae Pk. auf Laportea Canadensis.

Gl. Trifolii Pk. auf Trifolium pratense.

Gl. punctiforme Sacc. et Ell. auf Phormium tenax.

Gl. cinctum Berk. et Curt. ruft in Amerika Schaden in Orchideenhäusern hervor. Auch Gl. affine Sacc. auf Orchideen.

Gl. fusarioides Ell. et Kell. auf Asclepias Cornuti.

Gl. Salicis West. auf Weidenblättern.

Gl. Pteridis Hark. auf Pteris aquilina, dem Adlerfarn.

Gl. Glottidii Ell. et Mass. auf Glottidium Floridanum.

Gl. Ribis (Lib.) Mont. et Desm. auf Ribes prostratum, Gl. tubercularoides Sacc. auf Ribes aureum, Gl. curvatum Sacc. auf Ribes nigrum.

Gl. depressum Penz., Gl. Hendersonii, Gl. Aurantiorum, Gl. intermedium auf Citrus.

Gl. Helicis Oud. (Cheilaria Helicis Desm.) und Gl. paradoxum Fckl. (Fusarium pezizoides Desm.) — letzteres häufig in Gemeinschaft mit Trochila Craterium — auf Hedera Helix, dem Epheu.

Gl. Thuemenii Sacc. auf Alocasia.

Gl. truncatum Sacc. (Micropera Bon.) auf Preisselbeerkraut, Vaccinium Vitis Idaea.

Marsonia mit zweizelligen Sporen bildet unregelmässige ockerbraune Flecken auf Blättern, sonst wie Gloeosporium, zu dem es sonst gerechnet wurde.

Marsonia Meliloti (Trelease) auf Melilotus alba.

M. Populi (Lib.) (Leptothyrium Lib.) auf Populus alba etc.

M. Juglandis (Lib.) auf Juglans cinerea etc., M. Daphnes Sacc. auf Kellerhals, M. Lonicerae (Hark.) auf Lonicera conjugalis.

M. Potentillae (Desm.) (vgl. Coleroa Pot.) Potentilla anserina, Erdbeeren.

M. Violae Sacc. auf Violaarten.

M. Delastrei Sacc. auf Lychnis, Silene, Agrostemma.

M. Martini Sacc. et Ell. und M. Quercus (Pk.) auf Eichen.

M. ochroleucum B et C auf Castanea vesca.

Septogloeum. (Von Gloeosporium durch drei- und mehrzellige Sporen unterschieden.)

Septogloeum Angelicae (Cke.) auf Archangelica.

S. Nuttalii (Hark.) auf Nuttalia cerasiformis.

S. Fraxini (Hark.) auf Fraxinus Oregana etc.

S. maculans Hark. auf Salix (= S. salicinum Pk.) auf Salix.

S. Apocyni Pk. auf Apocynum cannabinum.

§ 101. Fusarium (Fusisporium, Selenosporium) bildet verzweigte sporentragende Fäden, häufig auf parenchymatischem Stroma. Die Sporen sind spindelförmig gekrümmt mit Querscheidewänden. Die Arten dürften meist Entwicklungsstadien von Hypocreaceen darstellen, bei denen diese Form der Conidienbildung sich am häufigsten findet.

Fusarium aquaeductuum v. Lagerh. (Selenosporium aqu. Rabh. et Radlkof., Fusisporium moschatum Kitasato), in den Entwicklungskreis eines Ascomyceten (Hypomyces?) gehörig, bildet verzweigte Mycelien mit spindelförmigen, gekrümmten, zugespitzten Sporen (mit mehreren Querscheidewänden), weisslich oder blassgelb oder röthlich, faserig bis knorpelig, gallertige Massen bildend. Eyfert beobachtete diesen Pilz in Braunschweig, wo er an den Mühlrädern und an den Turbinen in so grosser Menge vorkam, dass er den Gang der Räder erschwerte und die Leitschaufeln der Turbinen verstopfte; er entwickelt einen sehr intensiven aromatischen Geruch, der aus den Turbinen so stark in die Mühlen eindringt, dass die Müller Kopfschmerz bekommen. v. Lagerheim fand ihn in dem Wasserleitungswasser von Upsala, wo er in den Zinkrohren grosse, grauweisse Schleimmassen bildete, die an der Oeffnung der Rohre als lange Fetzen herunterhingen, an der Wand bildete er blutrothe Kissen. In Würzburg und München etc. verunreinigt er gleichfalls in grosser Menge die Wasserleitungen. Die Trinkgläser, welche an der Wasserleitung gebraucht werden, werden in lästiger Weise von dem Pilz befallen. Ich habe den Pilz im Saftfluss der Bäume mit einem Leptothrix etc. zusammen gefunden, so bei Schmalkalden auf einem Buchenstumpf, bei Greiz in dem Blutungssaft der Linden im Frühjahr mit stark aromatischem Geruch[1]. Kitasato und Heller haben besonders auf Nährsubstraten ausgeprägten Moschusgeruch wahrgenommen. v. Lagerheim wurde bei seiner Untersuchung von Unwohlsein (Erbrechen) befallen. An den Linden war der Geruch jodoformähnlich. In Reinkulturen auf Nährgelatine bildeten die in die Luft ragenden Rasen röthliche Coremien und erhielten coremiumartiges Aussehen. Nach etwa 2 Tagen tritt hier ausgeprägter Moschusgeruch auf.

Der merkwürdige Pilz findet sich in Flüssen auch innerhalb der abgestorbenen Zellen der Fadenalge Cladophora.

Das Taumelgetreide.

§ 102. Woronin hat zuerst die eigenthümliche taumelerregende Wirkung des Getreides in Usurien in Russland geschildert und bei der Untersuchung der Getreidekörner letztere von zahl-

[1] Nach Giard findet sich ein Fusarium häufig in den Rindenrissen der Maronenbäume des Jardin du Luxembourg.

reichen Pilzen durchwuchert gefunden, die die toxischen Wirkungen hatten. Besonders waren es vier Pilzspecies: Fusarium roseum, Gibberella Saubinetii, Helminthosporium sp. und Cladosporium herbarum, auf die sich Woronin's Verdacht lenkte. Auch in Frankreich, besonders in einigen Gemeinden der Dordogne, zeigte der Roggen der 1890er Ernte die gleichen giftigen Eigenschaften. Brot, das gleich nach der Ernte aus dem Roggenmehl gebacken wurde, verursachte etwa 2 Stunden nach dem Genusse Taumel, Schläfrigkeit und während der nächsten 24 Stunden Unfähigkeit zu irgend welcher Arbeitsleistung. Leute, die nach dem Genuss auf die Felder gegangen waren, vermochten allein nicht zurückzukehren. Thiere (Hunde, Schweine, Geflügel), welche von dem Brot zu fressen bekamen, wurden verdriesslich, taumelig und nahmen 24 Stunden weder Nahrung noch Trank. Die Symptome hatten keine Aehnlichkeit mit denen der Mutterkornvergiftung, wohl aber mit den Wirkungen des Taumellolches (Lolium temulentum), nur traten sie intensiver und schneller auf und wurden durch das Getreide selbst oder richtiger durch einen in den Getreidekörnern wuchernden Pilz verursacht. Die Körner des französischen Taumelroggens (Seigle enivrant) zeigten im Innern alle das Mycelium und Stroma ein und desselben Pilzes, welcher den Kleber und die Stärkekörner vermuthlich durch ein diastatisches Ferment corrodirt hatte. Prillieux und Delacroix brachten den Pilz, den sie in der Conidienform Endoconidium temulentum Prill. et Delacr. benannt haben — er gehört zu dem Discomyceten Phialea temulenta Prill. et Delacr. — im feuchten Raum und bei einer Temperatur von 15—18 ° C. zur Sporenbildung. Das hyaline Mycel bildet anfangs weisse, dann blass rosarothe Lager, deren Conidienträger nach Art des Dendrodochium Bonord. verzweigt, die „Conidien“ (die Bildung ist eher als offenes Sporangium aufzufassen) werden nicht äusserlich am Ende der fruktifizirenden Zweige, sondern im Innern selbst gebildet. Das Plasma des Endgliedes bildet eine frei im Innern gelegene Zelle, die dann durch eine Oeffnung entleert wird, das Plasma fährt dann fort, am Ende, am Grund des offenen Cylinders neue Sporen zu bilden, die ausgeschleudert werden. (Eine ähnliche Art der Sporenbildung zeigt auch noch der Ananasschimmel, Sporochisma paradoxum de Seynes.) Vereinzelte Körner des Taumelroggens trugen noch eine andere, dem Fusarium aquaeductuum und F. ruberrimum Delacr. verwandte Pilzform F. miniatum Prill. et Delacr.

2. Familie: Sphaeriaceen.

§ 103. Die Sphaeriaceen, denen der bei Weitem grösste Theil der Pyrenomyceten angehört, unterscheiden sich durch häutige, lederartige, holzige oder kohlige, aber niemals fleischige Konsistenz des immer dunkelgefärbten Peritheciums von den Hypocreaceen. Da wo ein Stroma vorhanden ist, ist dessen Gewebe von dem der Perithecienwand wohl unterschieden, während dies bei den Dothidiaceen nicht der Fall ist.

Die Sphaeriaceen lassen sich am zweckmässigsten in folgende 18 Unterfamilien zerlegen, bei deren Anordnung wir Brefeld folgen:

Sordarieen. Mistbewohnende Formen mit oberflächlichen oder in die Unterlage eingesenkten Perithecien von weicher Konsistenz und mit dunkelgefärbten Sporen, die oft eigenthümliche, bei der Ejaculation und Verbreitung wichtige Anhängsel tragen.

Chaetomieen. Mit oberflächlichen, frei dem Mycel aufsitzenden, sehr zerbrechlichen Perithecien und mit charakteristischem Haarschopf auf dem Scheitel, der gleichfalls bei der Verbreitung dieser theils mistbewohnenden, theils auf Pflanzentheilen vorkommenden Pilze eine Rolle spielen dürfte.

Die übrigen Familien der eigentlichen Sphärieen zerfallen in

α) Formen mit zerstreut oder heerdenweise wachsenden, von Anfang an auf der Oberfläche des Substrates sich entwickelnden Perithecien ohne Stroma.

Trichosphaerieen: Perithecien häutig oder lederartig, mit Borsten oder Haaren, oft auch von einem Hyphenfilz bedeckt.

Melanommeen: Perithecien holzig, kohlig oder korkig, meist kahl.

Ceratostomeen: Perithecien zart, lederartig, mit schnabelförmiger Mündung, bisweilen in der Jugend eingesenkt, später an die Oberfläche tretend.

Amphisphaerieen: Perithecien oberflächlich wie die vorigen, oder erst eingesenkt und dann frei werdend, derb, ohne Schnabel, mit kreisrunder Mündung.

Lophiostomeen: wie die Amphisphaerieen, aber mit zusammengedrückter Mündung in Form einer Längsspalte.

β) Formen mit rasenförmig wachsenden, erst eingesenkten, dann hervorbrechenden Perithecien, welche oft auf einem undeutlichen Stroma sitzen.

Cucurbitarieen. Einzige Familie.

γ) Formen mit eingesenkt bleibenden oder nur durch Abwerfen der deckenden Schichten frei werdenden Perithecien ohne Stroma.

Sphaerelloideen: Perithecien in der obersten Substratschicht (Epidermis) entstehend und sich später etwas vorwölbend, häutig.

Pleosporeen: Perithecien in tiefere Gewebeschichten eingesenkt und nur mit der Mündung hervorragend, später in der angegebenen Weise frei werdend, häutig oder lederartig.

Massarieen: Perithecien wie die der Pleosporeen, aber derb und immer bedeckt bleibend.

Clypeosphaerieen: Perithecien eingesenkt bleibend, meist häutig, von einer pseudoparenchymatischen dunklen Schicht schildförmig bedeckt.

Gnomonieen: Perithecien mit schnabelförmiger Mündung versehen, häutig und bleibend eingesenkt.

δ) Formen mit einem meist wohl entwickelten Stroma, Perithecien in dieses oder in das Substrat eingesenkt.

Valseen: Stroma ausgebreitet oder kegelförmig eingesenkt oder hervorbrechend, die Perithecien gleichmässig vertheilt oder nur in seinem Grunde tragend. Nebenfruchtform: kleinsporige Pycniden, zuweilen auch Conidienträger.

Diatrypeen: Stroma ausgebreitet oder polsterförmig, sonst wie das der Valseen. Nebenfruchtform: kleinsporige Conidienlager von fleischiger Konsistenz und lebhafter Färbung, bisweilen auch Conidienträger.

Melanconideen: Stroma polster- oder kegelförmig, bleibend eingesenkt oder hervorbrechend, in seiner Basis die Perithecien tragend. Nebenfruchtform: grosssporige Conidienlager oder Pycniden, bisweilen auch Conidienträger.

Melogrammeen: Stroma polsterförmig, hervorbrechend, im Innern neben den Perithecien auch Conidien bildende, durch keine besonders differenzirten Wände begrenzte Höhlungen enthaltend.

Xylarieen: Stroma oberflächlich, stark entwickelt, oft aufrecht, unmittelbar unter der Oberfläche in einer Schicht die Perithecien tragend, in der Jugend mit Conidien bedeckt. Meist sind auch freie Conidienträger vorhanden.

§ 104. Was die Nebenfruchtformen und die Entwicklung der Sphaeriaceen in künstlichen Nährlösungen anlangt, so hat O. Brefeld das Folgende festgestellt. Podospora Brassicae und andere Sordarieen, sowie Chaetomium, erzeugen die gleichen Conidienträger, wie die Trichosphaerieen (Coleroa, Trichosphaeria etc.), während aber die Conidien der letzteren in Nährlösungen sofort keimen und auch in den Kulturen Perithecien entwickelten, waren die der ersteren in der Kultur keimunfähig. Bei Cucurbitaria Laburni hatte man bisher einen weitgehenden Polymorphismus angenommen (Pycniden, Depazea, Septoria, Dematium, Macrosporium, Helminthosporium), die Kulturergebnisse Brefeld's machen es aber wahrscheinlich, dass der Formenkreis der Nebenfruchtformen ein viel kleinerer ist, er erhielt nur die weisssporigen Pycinden Tulasne's. Für eine Reihe von Sphaerellaarten (Sphaerella punctiformis, maculiformis, rubella) wurde die Zugehörigkeit von Ramulariafruktifikationen erwiesen, für andere Sphaerellaarten (Sphaerella populi) die von anderen Conidienformen und Pycniden (Septoria populi). Bei letzteren trat bei schlechter Ernährung Bildung von Conidienträgern, bei üppiger dagegen Steigerung der letzteren zu Pycnidenfrüchten ein. Das von den Mykologen bisher als Species betrachtete Dematium pullulans erwies sich als eine bei verschiedenen Ascomyceten (Sphaerulina intermixta, Dothidea ribesia, Dothiora Sorbi etc.) auftretende Conidienform. Als zu einer auf Birnblättern auftretenden, der Venturia ditricha näherstehenden Venturia gehörigen Conidienform erwiesen sich die den Pomologen wohlbekannten Formen Fusicladium dendriticum und F. pirinum. Bei Leptosphaeria gehört zu:

Leptosphaeria Rusci Wallr. als Conidienform Phyllocticta ruscicola Dur. et Mont.

Leptosphaeria coespitosa Niessl als Conidienform Camarosporium aequivocum Pagg.

Leptosphaeria Thalictri Wint., das eine Krankheit von Talictrum flavum verursacht, die Conidienform Cercospora Thalictri Thüm.

Pleomassaria rhodostoma Alb. et Schwein. bietet ein Beispiel für den Fall, wo sich eine Nebenfruchtform, welche die Höhe der Differenzierung erreicht hat, eine Pycnide in zwei verschiedenartige gespalten hat. Die Art hat Pycniden, mit kleinen, stäbchenförmigen, hyalinen Sporen und grössere Pycniden mit elliptischen, braunen, zweizelligen Sporen. Pleomassaria siparia Beck et Br. hat einmal Pycniden mit kleinen, stäbchenförmigen Sporen, dann freie Conidien-

träger mit Prosthemiumsporen (Prosthemium betulinum Kze.), ferner Pycniden mit ebensolchen und zuletzt Perithecien. — Bei den Xylarieen sind die Conidienträger am weitesten fortgeschritten, nämlich beinahe zur Bildung von Basidien, und zwar werden bei ihnen sowohl protobasidien- als autobasidienähnliche Conidienträger gebildet; noch einen Schritt weiter und wir hätten einen Basidiomyceten, der gleichzeitig Ascomycet wäre. Ausser den Conidien des Conidienstromas, deren Bildung bisher falsch abgebildet worden ist, fand Brefeld noch solche, die an freien, dem Mycel entspringenden Conidienträgern gebildet werden.

Von den 18 genannten Familien der Sphaeriaceen haben nicht alle ein praktisches Interesse, in manchen derselben finden sich nur saprophytische Arten oder Arten, die ihre Perithecien erst auf abgestorbenen Pflanzentheilen entwickeln. Wohl erzeugen die bei den letztern Mycelien mit den Nebenfruchtformen vielfach Pflanzenkrankheiten, doch ist die Zusammengehörigkeit dieser Fruchtformen in den meisten Fällen noch nicht erkannt, weshalb die betreffenden Pflanzenschädigungen bei den später zu behandelnden Nebenfruchtformen unbekannter Zugehörigkeit erörtert werden müssen. Einzelne Familien enthalten ähnlich wie die Hypocreaceen nicht unbedenkliche Wundparasiten, einige aber auch gefürchtete Parasiten unserer Kulturpflanzen.

§ 105. Trichosphaerieen.

Bei Coleroa sind Perithecien sehr zart, häutig, borstig, nicht einsinkend. Asci von zarten Paraphysen umgeben. Sporen zweizellig blassgrünlich oder gelblichbräunlich gefärbt. Niesslia unterscheidet sich durch farblose Sporen und später schüsselförmig eingesunkene Perithecien. Bei Acanthostigma sind die Sporen mehrzellig.

Trichosphaeria hat häutige bis holzige Perithecien, behaart oder borstig, kuglig, mit reichlichen Paraphysen und fast hyalinen ein- oder zweizelligen Sporen. Bei Herpotrichia sind die Perithecien derb, holzig bis kohlig, mit oft krausen, braunen Haaren bekleidet, Sporen zwei- bis mehrzellig. Bei Lasiosphaeria enthalten die gleichfalls dicht behaarten, auf faseriger Unterlage aufsitzenden Perithecien in den Schläuchen (mit Paraphysen) cylindrische, meist S-förmig gebogene hyaline, dann bräunliche Sporen mit mehreren Querscheidewänden. Chaetosphaeria hat kuglige, dann schüsselförmig einsinkende, kohlige Perithecien, welche in einem dichten,

von braunen, septirten Hyphen gebildeten Filz sitzen. Die Sporen sind kurz, cylindrisch, vierzellig. Die inneren Zellen sind braun, die Endzellen meist farblos.

Coleroa Alchemillae (Grev.) ist ein auf lebenden Blättern von Alchemilla sehr verbreiteter Pilz, dessen Perithecien meist oberseits in zierlichen, strahligen Gruppen zusammenstehen. Nächst der Rostkrankheit und der durch Ovularia pusilla (Ung.) Sacc. verursachten Vergilbung der Blätter bildet dieser Sternrost die häufigste Krankheit des Frauenmantels.

Coleroa Chaetomium (Kze.) Rbh. (Conidienform Exosporium Rubi) auf Brombeeren und Himbeeren.

Coleroa Potentillae (Fr.) Wint. auf lebenden Blättern von Potentilla anserina, bildet auf der Oberseite des Blattes reihenweise angeordnete und den Blattnerven folgende Perithecien. Die zugehörige Conidienform ist Marsonia Potentillae.

C. subtilis Fckl. auf Potentilla cinerea.

C. circinans Fr. auf den Blättern von Geranium molle und G. rotundifolium.

C. Petasitidis (Fckl.) Wint. auf den frischen Blättern von Petasites officinalis.

C. Andromedae (Rehm) Wint. auf Blättern der Andromeda polifolia.

C. bryophila (Fckl.) Wint. auf Laub- und Lebermoosen.

Herpotrichia (Trichosphaeria) nigra Hartig auf Zweigen der Fichte, Bergkiefer und Wachholder und

P. parasitica Hart. auf Zweigen der Weisstanne sind zwei Forstschädlinge, welche in der Neuzeit, z. B. in den bayrischen Forsten, vielfach Schaden angerichtet haben.

Die Trichosphaeria parasitica äussert sich in folgender Weise: Mit blossen Augen erkennt man an der Unterseite der befallenen Tannenzweige ein farbloses Mycel, das auch die Knospen überzieht und sich auf die Nadeln, die der Unterseite des Zweiges entspringen, ausbreitet. Das Mycel überzieht die Unterseite dieser Nadeln und bildet auf einem der beiden blauweissen Streifen dichte, weisse Polster von oft halber Nadellänge. Erst nach längerer Zeit tritt Verfärbung und zuletzt Bräunung der befallenen Nadeln ein. Die gebräunten Nadeln lösen sich zwar vom Zweig ab, können aber nicht abfallen, da sie durch das Pilzmycel festgesponnen sind. Im Spätherbst entstehen auf den Polstern die kleinen, schwarzbraunen, behaarten, kugligen Perithecien. Das Mycel perennirt auf

Zweigen und Nadeln und wächst im Frühjahr weiter, hierdurch besonders verderblich werdend. Es entnimmt seine Nahrung den Nadeln, indem es sich in die Aussenwandung der Epidermiszelle einbohrt, ohne jedoch diese ganz zu durchbohren. — Bei Herpotrichia (Trichosphaeria) nigra Hart., dem Fichten- und Kiefernparasiten, ist das Mycel dunkelbraun, sendet gleichfalls seine zarten Haustorien durch die dicke Aussenwand der Epidermiszellen, dringt aber auch durch die Spaltöffnungen ins Innere. Die gebräunten Nadeln werden auch hier an den Zweigen festgesponnen.

§ 106. Melanommeen.

Rosellinia Clavariae (Tul.) Wint. auf lebenden Clavariaarten (dazu gehörig Helminthosporium Clavariarum).

Rosellinia quercina Hart., der Eichenwurzeltödter, verursacht eine eigenthümliche, die jungen Eichenpflanzungen auf das Aergste verheerende Krankheit, welche seit nicht ganz 50 Jahren namentlich im nordwestlichen Deutschland auftritt. Die 1—3jährigen jungen Eichen der Saatbeete zeigen plötzlich im Hochsommer ein Trockenwerden des Laubes, das sich zuerst blaugrün, dann gelb verfärbt. Allmählich sterben die Blätter von oben nach unten und damit das ganze Pflänzchen ab. Aeltere Pflanzen werden von dem Pilz nicht angegriffen. Hartig fand, dass sich der Pilz unterirdisch durch sein die erkrankte Pflanze durchziehendes Mycel verbreitet, und erst dann, wenn er die Wurzeln getödtet hat, machen sich die oberirdischen Veränderungen geltend. In den getödteten Wurzelzellen bildet das Mycel Sclerotien, aus denen derbe Stränge, die Rhizoctonienstränge, sich entwickeln. Einzelne Fäden bilden auch noch Conidien aus und schliesslich entstehen an den Wurzeln die dunkeln, mehr oder weniger kugligen Perithecien. Die Infection des an Wärme und Feuchtigkeit gebundenen Parasiten (Hauptentwicklung von Mai bis Mitte September) geschieht durch die Ende Oktober reifenden Ascosporen, die im Boden überwintern, wie durch die Rhizoctonienstränge und Conidien. Die Conidienträger werden im Sommer massenhaft an dem die Erdoberfläche durch- und überziehenden Mycelium gebildet und haben, wenn sie Coremien bilden, das Aussehen der Formgattung Graphium.

Ceratostomeen.

Ceratostoma piliferum Fckl. (Sphaeria dryina) verursacht das Blauwerden (Blaufäule) der Nadelhölzer.

Amphisphaerieen.

Bei der Gattung Amphisphaeria sind die acht Sporen zweizellig, gefärbt, bei Ohleria vierzellig, gefärbt, bei der Reife innerhalb des Ascus in zweizellige Hälften zerfallend. Trematosphaeria hat Sporen mit zwei bis vielen Querwänden, farblos oder gefärbt, nicht zerfallend. Caryospora mit sehr grossen, zweihälftigen Sporen, welche aus zwei mittleren, grossen, breit kegelförmigen, dunkel gefärbten, und zwei oder mehr viel kleineren, heller gefärbten oder farblosen Endzellen bestehen. Winteria hat bräunlichgrünliche Perithecien, deren Schlauchsporen durch Quer- und Längswände getheilt sind, Strickeria gleichfalls durch Quer- und Längswände getheilte, meist gefärbte Sporen in schwarzen Perithecien.

Die Rhizoctonienkrankheiten.

§ 107. Wie die Rosellinia quercina Hart., so erzeugen verschiedene Amphisphaeriaceen Rhizoctonien, d. h. Dauermycelien, welche die Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen zum Absterben bringen. Die Rhizoctonien bestehen aus langen, verzweigten, mit Zellwänden versehenen, verschieden dicken Fäden und deren Vereinigungen zu Häuten und Strängen oder zu rundlichen oder länglichen, dicken, soliden Mycelballen; auf ihnen treten Pycniden und Perithecien auf. Ob alle Rhizoctonien hierher gehören, ist zweifelhaft, doch ist in einzelnen Fällen der Zusammenhang mit Amphisphaerieen wohl kaum zweifelhaft.

Die Rhizoctonia Medicaginis Dc. (Rh. violacea Tul.), der Wurzeltödter der Luzerne, umhüllt die Luzernenwurzel mit einem violetten, dichtfaserigen Gewebe, auf dem dann hirsekorngrosse, dunkle Sclerotien erscheinen. Die Krankheit, welche aus Frankreich zunächst nach Elsass-Lothringen und dann nach der Rheingegend gekommen und jetzt in Deutschland verbreiteter ist, bewirkt im Juni und Juli ein Vergilben der Blätter, letztere vertrocknen bald, während sich die Stengel krankhaft verfärben. Schliesslich sterben die Pflanzen in kreisförmiger Ausbreitung der Krankheit ab. Die erste Entwicklung des Mycels soll nach Fuckel der sog. Schneeschimmel (Lanosa nivalis Fr.) sein, der sich bereits unter dem Schnee spinngewebeartig über Erde und Pflanzen ausbreitet. Als Conidienform rechnet man zu dem Pilz das Helminthosporium rhizoctonon Rbh., als Pycnidenform Hendersonia circinans Sacc. und als Perithecienform gilt Trematosphaeria circinans (Fckl.) Winter (Byssothecium circinans Fckl., Leptosphaeria circinans Sacc.). Der

Wurzeltödter der Luzerne geht nach den Beobachtungen von Julius Kühn auch über auf die Wurzeln der Möhren, des Fenchels etc., der Zucker- und Futterrüben (Rhizoctonia betae) und schädigt den Kartoffelbau empfindlich, indem er eine jauchige Zersetzung der Kartoffeln bewirkt. Tulasne fand den Pilz auch auf Rothklee, Spargel, Färberröthe, Orangen.

Eine andere Art von Trematosphaeria, Tr. heterospora (de Not.) Wint., ist gleichfalls auf lebenden Rhizomen von Iris beobachtet worden, während die übrigen Arten in der Perithecienform nur auf abgestorbenen Pflanzentheilen gefunden wurden.

Rhizoctonia Crocorum DC. verursacht den Safrantod (mort du safran), eine Zerstörung der Zwiebeln des Safrans, und richtet besonders auf den Safranfeldern Frankreichs grosse Verheerungen an. Bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts trat dort die Krankheit in solchem Masse auf, dass die Akademie der Wissenschaften Duhamel mit ihrem eingehenderen Studium betraute. Die Krankheit verursacht, wie die vorige, auf den Feldern kreisförmige Fehlstellen. Es entstehen auf den Zwiebeln des Safrans weisse, dann violette Ueberzüge auf der Innenseite der Schale, das Mycel dringt von da nach aussen, umspinnt die ganze Zwiebel und sendet derbe Stränge nach benachbarten Pflanzen. Sclerotien und Perithecien dürften den vorigen ähnlich sein.

Rhizoctonia Solani Kühn, Urheber der Pockenkrankheit der Kartoffeln, bildet anfänglich weissliche, später dunkelbraune etc. stecknadelkopfgrosse Pusteln (Sclerotien) auf der Kartoffelknolle. Die Kartoffeln sind aber als Viehfutter und in der Brennerei noch zu gebrauchen.

Unvollständig bekannt sind Rhizoctonia Allii Grev., welche nach Passerini die Zwiebeln von Allium ascalonicum und A. sativum zerstört, Rh. Mali DC., auf den Wurzeln junger Apfelbäumchen und Rh. batatas Fr., das in Nordamerika auf den Wurzeln von Ipomoea batatas vorkommt.

§ 108. Lophiostomeen, fast nur an abgestorbenen Pflanzentheilen, z. B. Lophiostoma Arundinis (Fr.) Ces. et de Not. (die Form mit hyalinen Sporen: L. semiliberum [Desm.] Sacc.) auf Phragmiteshalmen.

Cucurbitarieen, eine durch die meist rasenförmig wachsenden und hervorbrechenden Perithecien sehr ausgezeichnete Familie. Die Gattung Nitschkia zeichnet sich u. A. aus durch einzellige, hyaline,

kurz cylindrische Sporen; Otthia hat zweizellige, braune Sporen, wie auch Gibbera, bei letzterer sind aber die Perithecien behaart. Bei Gibberidia sind die Sporen länglich, spindelförmig, siebenzellig (mit sechs Querwänden), gefärbt. Cucurbitaria hat mauerförmig vielzellige Sporen.

Gibbera Vaccinii (Sow.) mit der Conidienform Helminthosporium Vaccinii Fr. auf lebenden und abgestorbenen Stengeln von Vaccinium Vitis Idaea.

Gibberidia Visci Fckl. auf Viscum album und austriacum, der Mistel. Da die Mistel als Forstschädling nicht zu unterschätzen ist, so können die Feinde derselben als dem Menschen nützlich gelten. Nach Fuckel gehört zur Gibberidia die Diplodia Visci Fr. = Sphaeria Visci DC. = Sphaeria atrovirens Alb. et Schw., ferner Ceuthospora Visci Sollm. und eine Pycnidenform. — Auf Viscum findet sich weiter Pleospora loculata Sacc. mit einer Septoria und Hendersonia als Nebenfruchtformen; ferner nach v. Tubeuf, Nectria ditissima.

Cucurbitaria Laburni (Pers.) Ces. et de Not. ist nach v. Tubeuf, der seine Entwicklungsgeschichte eingehender studirt hat, ein ächter Wundparasit auf dem Goldregen, Cytisus laburnum. (Pycnidenform Diplodia Cytisi Ausersw.)

Vermuthlich treten auch andere Arten der Gattung, sowie auch von Otthia gelegentlich als Wundparasiten auf. Erwähnt seien noch:

Cucurbitaria Sorbi Tub. auf Pirus Aucuparia, C. Caraganae Karst, C. Coluteae (Rbh.) Fck., C. Gleditschiae Ces. et de Not. (mit Diplodia Gleditschiae Pass.), C. Amorphae (Wallr.) Fckl., C. elongata (Fr.) Grev. auf Robinia Pseudacacia (mit Hendersonia Robiniae und Diplodia Robiniae), C. Spartii (Nees) Ces. et de Not., Evonymi Cke., C. Coryli Fckl. (Hendersonia mutabilis), C. Juglandis (mit Diplodia Juglandis), C. Rhamni (Nees) Fr., C. occulta Fckl. auf Rosa (mit Agyrium nitidum), C. Rosae Sacc., C. naucosa (Fr.) Fckl. (mit Coryneum umbonatum, Diplodia melaena und Coniothyrium cruciatum nach Fuckel) auf Ulmen, C. Hederae Wint., C. bicolor Fckl. auf Prunus Padus, C. acerina Fckl. (mit Phragmotrichum acerinum), C. salicina Fckl. mit Diplodia salicina, C. setosa Wint. auf Myricaria germanica, C. Dulcamarae Kze. et Schm., C. Ribis Niessl, C. ulmicola Fckl., C. Crataegi Niessl, C. protracta Fckl. und C. Negundinis Wint. auf Acer, C. Rosae

Wint. et Sacc., C. acervata Fr. auf Rinde von Pirus communis und P. Malus.

Cucurbitaria pithyophila Fr. findet sich auch auf den Aesten und Stämmen lebender Nadelbäume, die forma Cembrae Rehm. auf lebenden Aesten von Pinus Cembra.

Die beiden sich hier anschliessenden Gattungen Lizonia und Sorothelia sind Parasiten von Kryptogamen, z. B. Sorothelia confluens auf der Flechte Phlyctis argena und Lizonia emperigonia (Auersw.) de Not. auf den Blättchen der männlichen Blüthenhülle des Widerthonmooses, Polytrichum commune.

§ 109. Sphaerelloideen.

Stigmatea, Perithecien oberflächlich, kahl, Asci mit Paraphysen gemischt. Sporen zweizellig, hyalin oder blassgefärbt.

Ascospora. Perithecien meist auf einem kräftig entwickelten, aus reich verzweigten, vielgliedrigen, dicken, braunen Hyphen bestehenden Mycel sitzend, seltener ohne solches, der Epidermis eingesenkt, kuglig, mit Scheitelporus. Sporen ein- (oder undeutlich zwei-) zellig, hyalin.

Die Gattungen Pharcidia, Tichothecium, Müllerella (mit vielsporigem Ascus) sind Flechtenparasiten.

Sphaerella hat kuglige, häutige, anfangs eingesenkte Perithecien mit Scheitelporus. Asci büschlig verbunden, ohne Paraphysen. Sporen zweizellig, meist farblos.

Laestadia unterscheidet sich davon durch einzellige, Sphaerulina durch vier- bis mehrzellige Sporen.

Stigmatea Mespili Sor. (Xyloma Mespili DC, Morthiera Mespili (Fuck.) verursacht die

Blattbräune der Birnen.

Die Krankheit, welche besonders den Birnenwildlingen der Baumschulen verderblich wird, äussert sich nach Sorauer bereits im Frühjahr durch das Auftreten sehr feiner, im durchfallenden Licht leuchtend rother Blattfleckchen. Während das junge Blatt eine derbere Konsistenz annimmt, vergrössern sich die Flecken und erhalten in der Mitte eine kreisrunde, schwarzkrustige Stelle. Bald wird das Blatt durchweg roth bis braun punktirt, zuletzt wird es, indem die Flecke verschmelzen, tiefbraun, krümmt sich schwach muldenförmig und fällt schliesslich ab, so dass die Birnwildlinge schon Ende Juli bis auf die Spitzen ganz entblättert sind. Am

lebenden Baum ist nur die Conidienform des Pilzes, die früher als Morthiera Mespili Fckl. bezeichnete Pilzform, zu finden. Die Conidien entstehen auf kurzem Träger und bilden vier zum Theil mit einer Borste versehene Zellen in kreuzförmiger Anordnung. Die oberste der Zellen ist die grösste, ovaler, die untere länglich-oval bis walzenförmig, an ihrer Berührungsstelle entspringen aus der unteren meist 2, bisweilen 4—5 kurze, spitz eirunde bis kegelförmige, gleichfalls mit einer Borste versehene Seitenäste. Die Conidien sind etwa 22,5 μ lang, 10 μ breit. Sorauer hat durch Impfung mit der Conidienform die charakteristische Krankheit übertragen. Im Dezember findet man an den abgefallenen Blättern neben der Morthierafruchtform dunkelbraune, meist 75—175 μ im Durchmesser haltende Perithecien, in denen im Januar und später die Schläuche auftreten. Die zweizelligen Sporen, die im Mai keimen, sind etwa 18—20 μ lang, 6—7,5 μ breit. Edle Birnensorten besitzen eine geringe Empfänglichkeit für die Krankheit.

Stigmatea Robertiani Fr. auf der Oberseite lebender Blätter von Geranium Robertianum.

St. Alni Fckl. auf der Oberseite lebender Erlenblätter.

St. Andromedae Rehm auf der Unterseite der Blätter von Andromeda polifolia.

St. Ranunculi Fr. auf Blättern von Ranunculus repens.

§ 110. Sphaerella parasitica Wint. auf Cenangium fuliginosum, einem Discomyceten. Sph. araneosa Rehm auf Flechten, Sph. Equiseti Fckl. auf Equisetumstengeln, Sph. lycopodina Karst. auf Lycopodium annotinum, Sph. Asplenii Auersw., Sph. Filicum (Desmaz.), Sph. tirolensis Auersw. (auf Polypodium vulgare), Sph. aquilina (Fr.), Sph. Pteridis kommen auf Farnen vor.

Die zahlreichen Sphaerellaarten der höheren Gewächse finden sich in der Perithecienform zwar nur an abgestorbenen Blättern und Stengeln, dagegen sind die Conidienformen (Ramularia, Ovularia, Septoria etc. und die Pycniden häufig ächte Parasiten. Es kommen in Deutschland vor:

a) auf Monokotyledonen:

Sphaerella lineolata (Desmaz.) de Not. auf Phragmites, Ammophila, Carex etc., Sph. Tossiana de Not. auf Gräsern, Juncus, Luzula, Typha, Sph. pusilla Auersw. auf Carex, Sph. longissima Fckl. auf Bromus asper, Sph. ignobilis Auersw. auf Glyceria spectabilis,

Sph. badensis Niessl. auf Poa, Sph. graminicola Fckl. auf Triticum repens, Sph. caricicola Fckl. auf Carex riparia, Sph. recutita (Fr.) Fckl. auf Dactylis glomerata, Sph. anarithma (Berk. et Br.) Cke. auf Aira caespitosa, Sph. Scirpi lacustris Auersw. auf Scirpus lacustris, Sph. Luzulae Cke. auf Luzula albida, Sph. Typhae (Lasch) Auersw. auf Typha latifolia, Sph. Iridis Auersw. auf Iris pumila, Sph. Asteroma (Fr.) Karst. auf Polygonatum (mit der Spermogonienform Asteroma reticulatum Fr.), Sph. brunneola (Fr.) Cke. auf Convallaria majalis, Sp. allicina (Fr.) Auersw. auf verschiedenen Alliumarten, Sph. Schoenoprasi (Rbh.) Auersw. auf Allium Schoenoprasum.

b) Auf Dikotyledonen:

1. Auf krautartigen Pflanzen.

Blätterbewohnende Arten:

Sph. Primulae (Auersw. et Heufl.) Wint. auf alpinen Primeln, Sph. intermixta Niessl. auf Campanula Zoysii, Sph. sarracenica Sacc. et Roum. auf Senecio saracenicus, Sph. affinis Wint. auf Carlina vulgaris, Sph. Carlinae Wint. ebenda, Sph. erophila Niessl. auf alpinen Artemisiaarten, Sph. Jurineae Fckl. auf Jurinea cyanoides, Sph. Tussilaginis Rehm. auf Tussilago Farfara, Sph. Eryngii (Fr.) Cke. auf Eryngium campestre und maritimum und Libanotis, Sph. jenensis (Kze.) Wint. auf Laserpitium latifolium, Sph. depazeaeformis (Auersw.) Wint. auf Oxalis Acetosella und corniculata, Sph. Vulnerariae Fckl. auf Anthyllis Vulneraria (mit Cercospora radiata uud Ascochyta Vulnerariae), Sph. pseudomaculaeformis (Desmaz.) Auersw. auf Poterium Sanguisorba, Sph. maculans Sacc. et Roum. auf Spiraea ulmaria, Sph. melanoplaca (Desmaz.) Auersw. auf Geum urbanum, Sph. Dryadis Auersw. und Sph. Biberwierensis Auersw. auf Dryas octopetala, Sph. innumerella Karst. auf Comarum palustre.

Sphaerellae Fragariae (Tul.) Sacc. verursacht den Erdbeerblattbrand oder die Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter. Es treten auf den Blättern der Erdbeere kreisrunde, braunrothe Flecke auf, die öfter zusammenfliessen, in der Mitte bald vertrocknen, verblassen. Das Mycel bildet zunächst Büschel mattgefärbter Fruchthyphen, die am Ende einzelne oder zu Ketten vereinigte Conidien bilden. Letztere sind ungetheilt oder 2—4theilig, 30—40 μ lang, 3,5 μ breit. Anfänglich sind die Conidienrasen weiss, später schwarzbraun. Die ersteren wurden früher zur Gattung Cylindrosporium, die letzteren zu Graphium gerechnet. Auch eine Pycnidenform, die

Ascochyta Fragariae Lasch, soll nach Tulasne und Fuckel zur Sph. Fragariae gehören. Die Perithecien erscheinen erst am Ende des Winters an den vertrockneten Blättern.

Sphaerella exitialis Morini verursacht eine Krankheit des Getreides.

Sphaerella isariphora (Desmaz.) Ces. et de Not. auf Stellaria Holostea (nach Fuckel dazu gehörig Stysanus pusillus und St. pallescens Fckl., sowie als Pycniden Septoria Stellariae Westd.), Sph. tingens Niessl. auf Arenaria ciliata.

Sph. carniolica Niessl. auf Draba ciliata, Sph. brassicicola (Duby) Ces. et de Not. auf Brassica (und Armoracia) mit der Spermogonienform Asteroma Brassicae, Sph. Adonis Sacc. auf Adonis vernalis, Sph. Pulsatillae (Lasch) Auersw. auf Pulsatilla.

Stengelbewohnende Arten:

Sphaerella Cannabis Wint. auf Cannabis sativa, Sph. Salicorniae Auersw. auf Salicornia herbacea, Sph. Plantaginis Sollmann auf Plantago lanceolata und media, Sph. polygramma Niessl. auf Ballota nigra, Sph. Winteriana Sacc. auf Melampyrum nemorosum, Sph. Gentianae Niessl. auf Gentiana asclepiadea, Sph. adusta Niessl. auf Convolvulus arvensis, Sph. Compositarum Auersw. auf Cichorium Intybus und (Blättern von) Carlina vulgaris, Sph. nebulosa (Pers.) Sacc. auf Solidago, Sph. sagedioides Wint. auf Dipsacus und Daucus, Sph. caulicola Karst. auf Heracleum, Sph. Umbelliferarum Rbh. auf Peucedanum Oreoselinum, Sph. leptoasca Auersw. auf Umbelliferen, Sph. rubella Niessl. auf Angelica silvestris, Sph. circumvaga (Desm.) Sacc. auf Medicago falcata, Sph. spinarum Auersw. auf Astragalus aristatus, Sph. pinodes (Berk et Blox.) Niessl. auf Pisum sativum, Sph. Hyperici Auersw. auf Hypericum perforatum, Sph. arthopyrenioides Auersw. auf Papaver Burseri, Sph. Cruciferarum (Fr.) Sacc. auf Stengeln und Schoten verschiedener Cruciferen, Sph. Gypsophilae (Lasch) Fckl. auf Gypsophila muralis und Scleranthus annuus.

2. Auf Bäumen und Sträuchern wachsende Arten.

Blätterbewohnende Arten:

Sphaerella Mori Fckl. (mit Septoria Mori und Pleospora Mori) erzeugt durch die Nebenfruchtformen die Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter, welche seit etwa 50 Jahren die Maulbeerpflanzungen aller europäischen Länder heimsucht und namentlich

bei rauhem Klima grossen Schaden anrichtet. Es treten im Juli auf den Blättern braune Flecken auf, die sich allmählich bis zu den Hauptrippen ausbreiten. Nach Nitschke gehört der von H. v. Mohl beschriebene Krankheitserreger zu obigem Pilz als Entwicklungsform.

Sphaerella Taxi Cke. verursacht in England eine Eibenkrankheit, die sich seit 1878 mehr und mehr ausgebreitet hat. Sph. conglomerata (Wallr.) Rbh. auf Alnus glutinosa und incana, Sph. harthensis Auersw. auf Birkenblättern, Sph. Populi Auersw. auf Populus, Sph. crassa Auersw., Sph. macularis (Fr.) Karst. und Sph. major Auersw. auf Populus tremula, Sph. genuflexa Auersw. auf Salix alba, Sph. millegrana Cke. auf Carpinus Betulus und Tilia parvifolia, Sph. Aethiops Fckl., Sph. familiaris Auersw. auf Eichenblättern, Sph. punctiformis (Pers.) Rbh. auf Blättern der Eichen, Linden, Weiden etc., Sph. maculiformis (Pers.) Auersw. auf Blättern von Eichen, Kastanien, Rosskastanien, Ahorn (wozu mehrere Septoriaarten gehören). Sph. Fagi Auersw. auf Buchen, Sph. Oedema (Fr.) Fckl. auf Ulmen, Sph. Laureolae (Desm., Auersw.) auf Daphne Laureola, Sph. Fraxini Nissl. auf Eichen, Sph. Ligustri (Desm.) Cke. auch auf Ligustrum vulgare, Sph. Vaccinii Cke. auf Vaccinium Myrtillus, Sph. Lantanae (Nke.) Fckl. auf Viburnum Lantana und Sph. Viburni (Ukg.) Fckl. auf Viburnum Opulus, Sph. Auerswaldii Fleischh. auf Cornus sanguinea und C. alba, Sph. hedericola (Desm.) Cke. mit der Pycnidenform Septoria Hederae auf dem Epheu, Sph. Grossulariae (Fr.) Auersw. auf Ribes Grossularia, Sph. Ribis Fckl. auf Ribes rubrum, Sph. Myricariae (Fckl.) Sacc. auf Myricaria germanica, Sph. topographica Sacc. et Spez. auf Sorbus Ancuparia und S. torminalis, Sph. sentina (Fr.) Fckl. auf Birnblättern, Sph. Crataegi Fckl. auf Crataegus, Sph. cinerascens Fckl. auf Sorbus Aria, Sph. Pseudacaciae Auersw. auf Blattstielen der Robinia Pseudacacia, Sph. petiolicola (Desm.) Auersw. auf Fraxinus und Robinia, Sph. Evonymi (Kze.) Rbh. auf Evonymus europaea, Sph. latebrosa Cke. auf Acer Pseudoplatanus, Sph. septorioides (Desm.) Niessl. auf Acer campestre, Sph. Gibelliana Past. auf Citrus Limonium und C. medica, Sph. Berberidis Auersw. auf Berberis vulgaris, Sph. vagabunda Desm. (Fckl.) auf Clematisblättern, Sph. pinsapo auf Abies Pinsapo, Sph. Polypodii (Rbh.) Fckl. auf Polypodium vulgaris, Pteris, Aspidium und Asplenium. Sph. Vitis Fckl. an welkenden Blättern des Weinstockes.

§ 111. Ascospora Beyerinckii Vuill. verursacht eine Krankheit der Kirschbäume, die auch Zwetschen-, Aprikosen- und Pfirsichbäume befällt und von Vuillemin zuerst 1887 in Lothringen beobachtet wurde. Es treten nach der Blüthezeit auf den Blättern Flecken auf, die absterben, so dass die Blätter dann durchlöchert erscheinen, die Früchte vertrocknen. Die Perithecien reifen erst im April. Die Conidienform des Pilzes, dessen Mycel auf grünen Organen erst die Gewebe vergiftet, bevor es sich in dieselben einsenkt, und nur unter gewissen äusseren Bedingungen zum Parasiten wird, ist das als Urheber des Gummiflusses der Kirschbäume bekannte Coryneum Beyerinckii Oud. Auch bei Akazien etc. soll der Pilz Gummifluss erzeugen. — Beyerinck konnte durch Infection mit Pfirsichgummi, in dem das Coryneum war, beim Kirschbaum, bei Aprikose, Pfirsichmandelbaum, Weichselkirsche, Kirschlorbeer etc. den Gummifluss erzeugen.

Das verwandte Coryneum gummiparum Oud., dessen Peritheciumform als Pleospora gummipara Oud. beschrieben wurde, gilt als der Urheber des Flusses der Gummibäume, welche das Arabische Gummi und Natalgummi liefern. Die Perithecien und Pycniden finden sich häufig noch in dem käuflichen Gummi.

Nach Beyerinck bildet das Coryneummycel auch Hefeformen, die sich auch im Gummi arabicum finden.

Laestadia maculiformis (Bonord.) Sacc. auf lebenden Baumblättern.

L. Mali (Fckl.) Sacc. (mit Asteroma Mali Desm.) auf der Oberfläche faulender Apfelblätter.

Der Black rot des Weinstockes

durch Physalospora Bidwellii Sacc. (Laestadia Bidwellii Vial. et Ravaz.) ist eine Krankheit des Weinstockes, welche zuerst in den Vereinigten Staaten Nordamerikas aufgetreten ist, seit 1885 aber auch eine Rundreise durch Europa begonnen hat. Der Pilz wurde hier im Juli 1885 zum ersten Male in Frankreich beobachtet und ist jetzt bereits in allen Departements des Südwestens als arger Schädling überall da zu finden, wo das Klima sehr feucht und warm ist. Nach Viala versucht in Nordamerika keine andere Rebenkrankheit solche Verluste wie der Blackrot und die Züchter haben daher den Anbau europäischer Reben auch in den sandigen und reblausfreien Gegenden aufgegeben und kultiviren die Labruscavarietät, die nach ihrer

Meinung ähnlich wie Vitis rupestris widerstandsfähig gegen den Black rot ist. In Carolina, Georgia, Alabama, Mississippi, Louisiana pflanzt man die Varietäten der Vitis rotundifolia, da in diesen Gegenden von grosser Feuchtigkeit und Hitze auch die V. Labrusca nicht widerstandsfähig ist. Die Physalospora Bidwellii befällt besonders die Beeren, tritt aber auch auf allen anderen Organen auf. Zuerst erscheint sie auf den Blättern, besonders auf jungen, und häufiger am Rand als in der Mitte. Sie bildet runde, scharf begrenzte Flecke von 2—3 mm (also grösser als die durch Sphaceloma ampelinum erzeugten), die durch Zusammenfliessen bis 2—3 cm gross werden können. Sie sind von vornherein dürr, gehen nicht erst vom Gelb durch andere Verfärbungen hindurch, es entstehen auch selten, wie bei Sphaceloma, Löcher. Charakteristisch sind die eben noch zu unterscheidenden schwarzen Pusteln, die oben und unten, besonders längs der Rippen, hervorbrechen. Die Beeren, die schon bei Erbsengrösse befallen werden, bilden zuerst warzige, runde, bräunliche Flecken, in 1—2 Tagen sieht die Beere wie verbrüht aus, bedeckt sich dicht mit schwarzen Wärzchen und verschrumpft nach 3—4 Tagen völlig, wird schwarz und fällt ab. Das Mycel der Physalospora ist farblos, verzweigt, septirt, 1—4 μ dick. Es werden zweierlei Pycniden („Spermogonien und Pycniden") gebildet, von denen die einen 64—96 μ im Durchmesser sind und stäbchenförmige Conidien, die anderen bei 105—140 μ Durchmesser auf dünnen Hyphen einzellige Sporen, ca. 8 μ lang und 4 μ breit, bilden, die durch eine Scheitelöffnung austreten und durch Wasser und Wind verbreitet werden. Die Pycnidenhauptform ist Phoma uvicola Beck. et Curt. Die Sporen sind mindestens 1½ Monate lang keimfähig. Ausserdem bildet die Laestadia noch Sclerotien, innen weiss mit schwarzer Rinde, aus denen gleichfalls Conidien gebildet werden. Die Perithecien, die in Amerika im Mai und Juni gebildet werden, enthalten nur Asci (keine Perithecien) mit acht Sporen, 12—14 μ lang, 6—7 μ breit. Zeitiger Abschluss der Trauben (sie werden an den Küsten des Atlantischen Oceans in Amerika durch Kinder in Papiersäcke eingewickelt) verhütet meist die Erkrankung. Im Grossen wird Bespritzung mit Bordelaiser Mischung etc. angewendet. E. Rathay giebt zur Unterscheidung der Traubenkrankheiten folgende Merkmale:

Beeren mit mehligem Ueberzug, später häufig geplatzt: Mehlthau durch Oidium Tuckeri;

Beeren ohne mehligen Ueberzug, nicht platzend, mit mehreren scharf

umgrenzten runden Flecken, die anfangs dunkelbraun, dann hell aschgrau mit braunen Rande erscheinen: Schwarzer Brenner, Sphaceloma ampelinum;

Beeren nicht mehlig, nicht geplatzt, dunkler, von zahlreichen Pusteln besetzt, zuletzt faltig vertrocknend: Black rot, Physalospora Bidwellii;

Beeren im ersten Krankheitsstadium um den Beerenstiel bleigrau bis pflaumenblau, häufig längsfaltig;

a. die zugehörigen Blätter mit weissem Ueberzug: falscher Mehlthau, Peronospora viticola;

b. die zugehörigen Blätter unten mit matt olivengrünen Flecken durch den Cladosporium-Brenner oder die Schwärze, Cladosporium Roesleri.

Cladosporium Roesleri befällt besonders die Gutedelsorten;

Sphaceloma ampelinum am meisten die Muskateller (in Steiermark);

Oidium Tuckeri Trollinger, während Traminer und Riesling sehr widerstandsfähig sind;

Peronospora viticola befällt die Sorte Jaques mehr als andere amerikanische Sorten;

Physalospora Bidwellii findet sich in den Vereinigten Staaten östlich vom Felsengebirge auf allen wilden und kultivirten Sorten, besonders stark bei der wilden Vitis Labrusca. Von V. rupestris, V. cinerea, V. Linsecomii, V. monticola, V. candicans werden die Blätter sehr selten, die Beeren gar nicht befallen.

Pleosporeen.

§ 112. Physalospora. Sporen elliptisch, eiförmig, länglich, einzellig, farblos oder blass gefärbt. Didymosphaeria ebenso, aber Sporen zweizellig. Venturia hat eingesenkte Perithecien, die an der Mündung mit derben, steifen, dunkelgefärbten Borsten besetzt sind, Sporen zweizellig, nicht gefärbt. Rebentischia hat kahle Perithecien und keulenförmige Sporen mit drei bis fünf Querwänden und am Grund mit langem, schwanzförmigem Anhang, Leptosphaeria Sporen mit zwei bis vielen Querwänden ohne Anhang, Pleospora Sporen mit Längs- und Querwänden (mauerförmig getheilt), meist gelb, gelbbraun bis schwarzbraun gefärbt. Ophiobolus hat sehr lange, cylindrische oder fädige Sporen, die bei der Reife oft in ihre einzelnen Glieder zerfallen. Bei Dilophia sind die Sporen gleichfalls lang, spindelförmig, mit zahlreichen Querwänden versehen, aber an beiden Enden fadenförmig auslaufend.

Physalospora Laburni (Bon.) Sacc. an lebenden Aesten von Cytisus Laburnum.

Andere Arten schmarotzen auf Flechten, wie auch Arten von Didymosphaeria, Leptosphaeria etc.:

Didymosphaeria Genistae Fckl. an lebenden Blättern von Genista;

D. epidermidis Fr. auf Berberis;

D. albescens Niessl. auf lebenden Aesten von Lonicera Xylosteum und Myricaria;

D. Dryadis (Spez.) Wint. auf lebenden Blättern von Dryas.

Das Eingehen der Pyramidenpappeln in Deutschland und Frankreich.

Die Pyramidenpappel (Populus pyramidalis Roz.), auch italienische Pappel genannt, ist nicht in Italien einheimisch, sondern stammt von den Ufern des Mississippi, wurde zuerst nach Italien gebracht und von Mailand aus über Europa verbreitet. Von Frankreich kam sie in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts nach Deutschland. In den beiden letztgenannten Ländern bildete der kerzengerade emporsteigende Baum noch vor 30 Jahren die Alleen und gedieh allenthalben sehr üppig, die Strassen auch im Winter weithin kenntlich machend. Seit zwei Jahrzehnten aber ist die Pyramidenpappel bei uns im Absterben begriffen und schon jetzt trifft man nur selten noch diese stramm-militärischen Alleen aus der Napoleonischen Zeit.

Landois hatte das Aussterben mit der Verkümmerung der Nachkommenschaft von Thieren verglichen, die mehrere Generationen hindurch durch Inzucht fortgepflanzt wurden; Focke betrachtete die Krankheit als Altersschwäche, was ja zutreffender sein würde, da bei uns fast nur männliche Individuen der Art existiren, also von einer geschlechtlichen Fortpflanzung überhaupt nicht die Rede sein kann, vielmehr eine Vermehrung durch Schösslinge etc., also quasi nur ein Fortwachsen der alten Individuen stattfindet. Haussknecht hat sodann hervorgehoben, dass die Bäume aus der Mode gekommen seien und dass an vielen Orten die Frühjahrsfröste des Jahres 1881 etc. in Gemeinschaft mit Raupenfrass die Ursache des Absterbens gewesen seien. Rostrup hatte nachgewiesen, dass ein Scheibenpilz, Dothiora sphaeroides Fr., einen Theil der Schuld trägt. Vuillemin hat es zuletzt wahrscheinlich gemacht, dass die Hauptursache des Aussterbens der Pyramidenpappeln eine Pilzepidemie ist, welche durch Didymosphaeria populina Vuill.,

(Conidienform: Napicladium Tremulae Prill.) veranlasst wird. Der Pilz inficirt vom Boden aus die untersten Pappeltriebe und bringt, von hier aus durch Sporen sich weiter verbreitend, die Bäume schliesslich zum Absterben. Ob aber dieser Pilz unter normalen Verhältnissen solche Wirkungen gehabt hätte, bleibt immerhin fraglich, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Altersschwäche die Pappeln, wie gegen die Bodenverhältnisse und Fröste, so auch gegen Pilzinvasionen widerstandslos gemacht hat, wie ja Aehnliches von Elodea canadensis etc. bekannt ist.

Venturia.

Die Rostfleckenkrankheit von Aepfeln und Birnen.

(Venturia ditricha Fr. var. pirina Bref.)

Die Rostflecke der Aepfel, d. h. die kreisrunden, rauh-korkartigen, dunklen, korkfarbenen, oft von weisslichem Saum umgebenen Flecken, welche sich häufig in der sonst gatten, grünen oder gefärbten Schale der Aepfel finden, werden nach Sorauer durch Fusicladium dendriticum (Wallr.) Fuck. erzeugt, welches auch die im Herbst auf Apfelblättern auftretenden schwarzen, scharf umgrenzten, am Rande etwas strahlig auslaufenden Flecken erzeugt.

Aehnliche Erscheinungen treten auch bei einigen Birnensorten auf, namentlich zeigen sich Winterbirnen, die vorher vom Honigthau gelitten, in grossen, oft über ein Drittel der Frucht ausgebreiteten Flecken vollständig schwarz von Fusicladium. Bisweilen bleiben Sorten, wie Grumbkower, Liegel's Winter-Butterbirne und andere, völlig ungeniessbar, werden durch das frühzeitig eingewanderte Fusicladium, dessen über grosse Strecken der Frucht verbreitetes Mycel hier das Weichwerden des Fleisches hindert, hart, unregelmässig, beulig und rissig. Der auf wenige Sorten beschränkte Pilz, der daher den Birnfrüchten weniger schädlich ist, als der Apfelpilz, wird dadurch oft schädlicher, dass er nicht nur auf den Birnblättern, sondern auch an einjährigen Zweigen mancher Sorten, z. B. der Grumbkower, auftritt, die Zweige erst graufleckig, dann schwarzborkig macht, Triebspitzen und Augen tödtet („Schorf" oder „Grind" der Birnbäume). Sorauer hält das Birn- Fusicladium für eine besondere, von der vorigen verschiedene Art, Fusicladium pirinum Fckl.

Brefeld fand an abgefallenen Birnblättern im April Perithecienfrüchte mit einem zugehörigen Fusicladium, die beide morphologisch mit den entsprechenden Fruchtformen der Venturia ditricha

auf Birkenblättern völlig übereinstimmten. Da nach seiner Meinung das Fusicladium pirinum mit F. dendriticum identisch ist, so stellt er beide zu Venturia ditricha var. pirina. Ob es sich aber wirklich nur um Varietäten handelt, ist durch Infectionsversuche noch zu entscheiden.

Schwarze Flecken kommen noch auf vielen Birnsorten vor und leiten zum Theil Fäulniss ein, sie sind aber von den Rostflecken verschieden, so die Depazea pirina Riess (Sphaerella sentina), die Conidienlager der Morthiera Mespili etc.

Die Nebenfruchtform Fusicladium, die durch (1—2) braune, flaschen- bis spindelförmige, meist einzellige Conidien auf sehr kurzen, dichtgedrängten, rasig wachsenden, bräunlichen Fruchthyphen ausgezeichnet ist, verursacht nach B. Frank in dem Fusicladium tremulae Frank, auf den Blättern der Zitterpappel (Populus tremula) grosse, sammetartig schwarzbraune oder grünlichbraune Ueberzüge. Die Blätter verschrumpfen unter der Wirkung des Pilzes und fallen ab. Fusicladium ramulosum Rostr. (Cladosporium ramuli) verursacht auf Populus tremula, P. alba, P. canescens und Weidenarten (Salix alba, S. cuspidata, S. fragilis) ähnliche olivenschwarze Ueberzüge. Fusicladium orbiculatum Thüm. f. Sorbi kommt auf Ebereschen vor, F. Sorghi Pass. bildet trockene, roth umsäumte Flecke auf den Blättern von Sorghum haleppense.

Venturia Geranii (Fr.) Wint., auf Blättern von Geranium pusillum, G. molle etc.

V. Rumicis (Desm.) Wint., auf Rumex.

V. maculaeformis (Desm.), Wint., auf Epilobium.

V. Straussii Sacc. et Roum. (Chaetomium pusillum Str., verursacht eine Heidekrankheit in Frankreich.

Die Leptosphaeriaarten kommen meist auf abgestorbenen Pflanzentheilen vor, auf lebenden die folgenden (deutschen) Arten:

Leptosphaeria Lemaneae (Cohn.) Sacc., auf dem Thallus der Süsswasserflorideen (Algen) Lemanea fluviatilis, L. catenata.

L. Heufleri (Niessl.) Sacc., auf dem Widerthonmoos (Polytrichum commune).

L. Asplenii (Rbh.) Sacc., auf Asplenium septentrionale.

L. Crepini (Westd.) de Not., auf den Deckblättchen des Fruchtstandes des Bärlapps (Lycopodium annotinum).

L. helvetica Sacc. et Speg., mit Phyllosticta helvetica auf Selaginella helvetica.

L. Müggenburgi (Sacc.) Wint., auf Vitisarten.

L. subtecta Winter, erzeugt mit Sphaeria ericina Tub. und dem Discomyceten Hypoderma Ericae Tuf. eine Krankheit der Heide (Erica carnea) in Tirol. Auf Erica findet sich auch Torula pityophila Cher., ein Russthau.

Dilophiakrankheit der Getreidearten und Wiesengräser.

§ 113. Dilophia graminis (Fckl.) Sacc., ruft an lebenden Blättern und Blattscheiden grösserer Gräser, besonders in der als Dilophospora graminis Desm. beschriebenen Pycnidenform Deformationen, Anschwellungen etc. hervor und verhindert oft die Entfaltung des Blüthenstandes. Bei uns ist die Krankheit nur auf Wiesengräsern beobachtet worden, in Frankreich dagegen auch auf dem Roggen, in England in grosser Ausdehnung auf Weizen. Nachdem die Krankheit seit 1829 an wilden Gräsern, wie Alopecurus, Holcus, Festuca, Agrostis öfter beobachtet worden, fand Berkeley den Pilz im Oktober 1862 auf den Aehren eines Weizenfeldes bei Southampton, welches derart geschädigt wurde, dass der vierte Theil aller Aehren körnerlos und die besten Aehren nur mit 2—3 leidlich entwickelten Körnern versehen waren. Die Spindel und oft auch die Spelzen waren in eine weisse, fleischige Masse verwandelt, in der glänzende schwarze, bisweilen weissumrandete Punkte sassen. — Der Pilz erzeugt zuerst auf den Gräsern, und zwar auf den (den Blüthenstand einschliessenden) Blattscheiden gelbliche, später schwarze und gelblich umrandete Flecke, an denen aus dem im Innern wuchernden Mycel dreifächerige, kurzgestielte, elliptische bis lanzettliche Conidien hervorbrechen, die an der Spitze ein wenigstrahliges Bündel von Fäden tragen (Mastigosporium album Riess). Später werden die befallenen Theile ganz schwarz, an Stelle des Zellparenchyms ist eine dichte Masse getreten, in der zahlreiche dunkelgraue bis schwarze, kuglige, in kurzen Hals ausmündende Pycniden entstehen. Ihre Sporen sind cylindrisch, oft gekrümmt, an beiden Enden abgestutzt und mit einer Haarkrone versehen (Flugvorrichtung). Bei der Keimung schnüren sich die Sporen in der Mitte ein, schwellen beiderseitig von der Einschnürung zwiebelförmig an und treiben nach ihrem Zerfall an der Trennungsstelle einen Keimschlauch, während der Federbusch (aus meist gegabelten Haaren) allmählich verschwindet. — Die erst im Frühjahr entstehenden Perithecien stehen mit den Pycniden gemischt

auf den angeschwollenen, schwarzen Blattstellen; sie stehen ohne Zwischensubstanz dicht neben einander, so dass sie sich an den Berührungsstellen gegenseitig abplatten.

Pleospora und die Schwärze der Pflanzen.

§ 114. Die Nebenfruchtformen der Gattung Pleospora und deren Mycelformen haben zum Theil Aehnlichkeit mit denen der Russthaupilze Capnodium etc., so dass beide Gattungen häufig verwechselt werden. Wir unterscheiden die Ueberzüge, die durch Pleospora und Verwandte erzeugt werden, als „Schwärze" von dem Russthau.

Pleospora Hyacinthi Sor. erzeugt die Schwärze der Hyacinthenzwiebeln, die dieser Pilz erkranken macht und tödtet, nachdem er zuvor russartige Ueberzüge der Zwiebelschuppen verursacht. Sorauer fand mit ihm Cladosporium fasciculare und Altenaria tenuis, die er in den Entwicklungskreis des Pilzes zieht.

Am meisten ist über die Pleomorphie der auf den verschiedensten abgestorbenen Pflanzenteilen wachsenden Pl. herbarum geschrieben worden, zu der man eine grosse Anzahl von Nebenfruchtformen zog, doch haben Gibelli und Griffini gefunden und Kohl und Mattirolo haben es bestätigt, dass diese alte Art zwei wohl unterschiedene Arten umfasst:

Pleospora Sarcinula Gib. et Griff., welche Sarcinulaconidien (Macrosporium commune oder M. sarcinulae) und Pycniden bildet, während die andere Pleospora Altenariae Gib. et Griff. (vielleicht mit P. vulgaris Niessl. identisch) nur Altenariaconidien bildet. Cladosporium herbarum Lk. dürfte überhaupt nicht hierher gehören.

Pleospora Hesperidearum Catt. erzeugt in der Conidienform Sporidesmium Hesperidearum Catt. die Schwärze der Orangenfrüchte („La nebbia degli Esperidii").

Das vermuthlich auch zu einer Pleospora gehörige Helminthosporium gramineum Rbh. bildet die Schwärze des Getreides, so wie das nach Fuckel zu Pleospora Napi Fckl. gehörige Sporidesmium exitiosum Kühn (Polydesmus exitiosus Mont.), das der Gattung Altenaria sehr ähnlich ist, der „Rapsverderber" ist, indem er eine rasch um sich greifende Schwärze des Rapses erzeugt. — Die Schwärze der Mohrrüben verursacht Sporidesmium exitiosum var. Dauci, wie nach Hallier die Pleospora polytricha Tul. die Kräuselkrankheit der

Kartoffeln bildet und Sporidesmium putrefaciens Fuck. die Herzfäule der Runkelrüben.

Saccardo zählt gegen 150 Pleosporaarten auf, die aber fast alle ihre Perithecien auf faulenden oder todten Pflanzentheilen entwickeln.

Die Schwärze oder Vergrauung des Holzes.

§ 115. Frisches Holz, z. B. der Holzschindeln, Gartentische, Bretter, und abgeschälten Stämme werden an der Luft bald grau und an der Oberfläche faserig, eine Erscheinung, die nach Conwentz bereits an den Hölzern, welche den Bernstein lieferten, nachweisbar ist. Gewöhnlich schreibt man diese Vergrauung der chemischen Beeinflussung der Cellulose durch Luft und Licht zu, wohl aber nicht ganz mit Recht. Schabt man nämlich die Fasern des grauen Holzes mit einem scharfen Gegenstand ab — man erhält dann eine Art Holzwolle — so findet man durch das Mikroskop, dass die graue Färbung durch dunkel bis schwarzbraune Pilze, welche dem Cladosporium herbarum nahe stehen, verursacht wird. Letztere füllen einen grossen Theil der Holzzellen völlig aus und lockern ausserdem den Zusammenhang der Holzzellen unter einander.

Die Zahl der von Cellulose lebenden Pilze ist jedenfalls eine nicht unbeträchtliche, besonders auch die in feuchten Gegenden in der Haarbekleidung der Pflanzen sich ansiedelnde. Diese Pilzflora der Trichome, welche einmal eine besondere Bearbeitung verdient, ist z. B. eine reiche bei den behaarten Pflanzen Australiens. Bei der Untersuchung des Haarkleides findet man dies bei den australischen Pflanzen stets durchwuchert von Pilzmycelien und deren Clamydosporen-, Torula- und Conidienbildungen, welche den Haaren dicht angeschmiegt sind oder ihr Zelllumen durchwachsen. So findet sich Heterobotrys paradoxa Sacc., welche wie eine Schlingpflanze die Haare nach links umwindet, regelmässig auf Bertya rotundifolia, Pleospora australis Sacc. (mit Phoma biocellata) auf Spinifex etc.

Pleospora Ulmi Fr. var. minor Allescher verursacht einen Blattfall der Ulmen.

§ 116. Von den Massarieen (Euchnoa, Massariella, Massaria, Pleomassaria) und Clypeosphaerieen (Anthostomella, Clypeosphaeria, Hypospila, Linaspora, Tributia), sowie auch von den Gnomonieen (Phomatospora, Ditopella, Ceriospora, Gnomonia, Cryptoderris), Valseen (Diaporthe, Mamiania, Valsa, Anthostoma, Rhynchostoma,

Kalmusia), Melanconideen (Cryptospora, Hercospora, Melanconis, Pseudovalsa, Fenestella), Melogrammeen (Botryosphaeria, Endothia, Valsaria, Melogramma), Diatrypeen (Calosphaeria, Quaternaria, Diatrypella, Diatrype), Xylarieen (Nummularia, Hypoxylon, Ustulina, Xylaria — Poronia wächst auf Mist —) finden sich die Perithecien nur auf abgestorbenen Blättern, Zweigen und auf Holz, doch sind einige dieser scheinbar harmlosen Pilze als recht bedenkliche Parasiten entlarvt worden und dürfte für manche Pflanzenkrankheit, bei der der Urheberpilz nur in der Nebenfruchtform bekannt ist, die Hauptfruchtform des Krankheitserregers innerhalb dieser Familien noch zu suchen sein.

So gehört zu Massariella vibratilis (Fckl.) Sacc. vermuthlich als Pycnidenform der Krankheitserreger Diplodia Cerasorum.

Die Valsee Mamiania fimbriata Ces. et de Not. (Gnomonia f. Auersw.), welche bisher als harmlos galt, verursacht eine Krankheit der Hainbuchen, in deren grünen Blättern das Pilzmycel bereits im Spätsommer wuchert. Die Conidienform Didymosporium salicinum ist neuerdings als bedrohlicher Parasit in den Weidenanlagen in der Bourgogne aufgetreten. Die im Frühjahr auf abgefallenen Blättern unterseits hervorbrechenden Schnäbel der Perithecien sind an ihrem Grunde von einem weisslichen Ringe der zersprengten Epidermis umgeben.

Der schwarze Brand der Rothbuchentriebe, bei welchem die letzten Triebe vertrocknen, wird nach Willkomm durch Quaternaria Persoonii Tul. gebildet. Bei der 1865 im Erzgebirge aufgefundenen Krankheit wurden die absterbenden Zweige ganz von dem Pilze bedeckt. Vor der Bildung der meist zu 4 im Kreise innerhalb eines Stromas stehenden schwarzen Perithecien erscheinen goldgelbe oder blasse, durch die Rinde sich in langen, gewundenen Ranken entleerende Pycniden, die alte Naemaspora crocea mit fadenförmig gekrümmten Sporen.

Die Gnomoniaseuche der Kirschen.

Gnomonia erythrostoma (Pers.) Auersw.

§ 117. Die durch Gnomonia erythrostoma (Pers.) Auersw., einen schon seit längerer Zeit bekannten Pilz, verursachte Krankheit der Süsskirschen, welche ein Vergilben und Braunwerden der Blätter, die halb oder ganz zusammengerollt im Winter am Baum hängen bleiben, zur Folge hat, ist Ende der 70er

Jahre in Deutschland in solchem Masse aufgetreten, dass sie die gesammte deutsche Kirschbaumkultur zu vernichten drohte. Sie brach zuerst in dem Altenlande an der Unterelbe, einem der wichtigsten deutschen Obstländer, aus, wo sie die Kirschenproduktion fast vernichtete und sich 8 Jahre hindurch in zunehmender Entwicklung erhielt, bis von Seiten des preussischen Staates Mittel zu ihrer Bekämpfung angeordnet wurden. B. Frank, der mit dem Studium des Uebelthäters beauftragt wurde, fand, dass der Pilz ausser im Altenlande und den benachbarten Kreisen des Elbufers, auf der Insel Rügen und auf der Insel Fünen verbreitet war. Ferner war die Gnomonia gefunden worden in Thüringen und in der Provinz Sachsen, in den Ländern rheinaufwärts vom Rheingau an bis ins Württembergische, wo sie 1887 in auffälliger Weise bei Kirchheim und den Neckar aufwärts bemerkt wurde. In der Provinz Schleswig-Holstein ist der Pilz von der Südgrenze bis zum Kreis Hadersleben einschliesslich verbreitet, auch in Guben, dem wichtigen Obstlande der Mark Brandenburg. Nach Thümen u. A. ist der Pilz auch in Oesterreich, Italien und der Schweiz beobachtet. Auf die Veranlassung Frank's wurden die Obstbauer im Altenlande veranlasst, im Herbst das am Baum festhaftende Kirschlaub abzupflücken und zu verbrennen. „Das allgemeine Abpflücken der Blätter von den Kirschbäumen war zum ersten Male im Winter 1886/87 ausgeführt worden, und 1887 gab es zum ersten Male wieder gesunde Kirschen; vollständig aber war der Pilz noch nicht vertilgt worden, denn es blieben im Herbst noch etwa 1/3 soviel Blätter als im Vorjahre als pilzbehaftet sitzen. Nach Wiederholung der Operation im Winter 1887/88 brachte der Sommer 1888 wieder völlig gesunde Kirschen und der Pilz war in dem Grade ausgerottet, dass im Herbste die Bäume ihr Laub wieder normal abwarfen und nur ganz vereinzelt noch einige pilzbehaftete Blätter gefunden werden konnten." Es war nöthig zur allgemeinen Durchführung der Massregel im ganzen Lande, dass diese von der Regierung auf Polizeiwege erzwungen wurde. Auch in der Provinz Schleswig-Holstein wurde in Folge der allgemeinen Verbreitung der Gnomoniakrankheit 1889 eine ähnliche Verordnung erlassen.

Die Infection gelingt nach Frank leicht, wenn man die mit grosser Gewalt ejaculirten Schlauchsporen unter feuchter Glocke auf Blätter und Früchte aussäet; nach 2—3 Tagen keimt die Spore und treibt einen Keimschlauch durch die Epidermis, der in den

Intercellularräumen ein kräftiges Mycel bildet. Später bilden sich im Schwammparenchym unter der Epidermis Pycniden, welche aus ihrem Scheitel fadenförmige, schwachgekrümmte Sporen entlassen (Septoria erythrostoma Thüm.).

Das Festhaften des kranken Laubes — das Mycel bleibt auf dieses beschränkt — ist für den Pilz sehr wichtig, da das Stroma am Boden vor Bildung der Perithecien verfaulen würde, während das bei Polystigma kork- bis lederartig ist und am Wesen zu überwintern vermag. Es wird dieses Festhaften durch das Pilzmycel bewirkt, welches den Stiel durchwuchert und mumificirt. Die Bildung einer normalen Trennungsschicht wird durch das braune, aus Pilzhyphen und Pflanzenzellen bestehende Gewebe vereitelt; die Parenchymzellen und Pilzzellen sind hier enger und besonders dicht mit einander verbunden, sie kitten gleichsam das Blatt an den Tragzweig an. Scharf davon gesondert liegt darunter das weisse lebende Gewebe des Blattpolsters, das bereits dem Zweige angehört; in dies dringt kein Pilzfaden ein.

Die Krankheit beschränkt sich im Altenlande auf die Süsskirschen (Prunus avium), während der Pilz z. B. in Guben von Frank auch auf Sauerkirschen (Prunus Cerasus) unter denselben Symptomen gefunden wurde.

An Kirsch- und Pflaumenbäumen findet sich an Stämmen und Aesten nicht selten auch die Calosphaeria princeps Tul. Auf dünneren Zweigen sind die Peritheciengruppen meist dauernd vom Periderm bedeckt, das nur von den Mündungen mit einem Querriss durchbrochen wird. Auf älteren Stämmen sitzen sie dagegen nicht selten dem Holzkörper auf, zum Theil völlig entblösst, und erreichen hier eine Länge von 3—4 cm. Die Perithecien lagern dicht neben einander, die Peripherie der Gruppe bildend, während ihre oft bis 5 mm langen, meist gekrümmt aufsteigenden Hälse sämmtlich nach dem Centrum hin gerichtet sind.

§ 118. Die Xylarieen, welche in ihrer Formgestaltung zum Theil an die Hypocreaceen (Cordyceps), zum Theil an die Clavariaceen unter den Basidiomyceten erinnern, stellen uns in mancher Hinsicht die höchst entwickelten Pyrenomyceten dar, so z. B. bezüglich ihrer fast basidienartigen Conidienform.

Die Arten der (früher erwähnten) Gattungen haben aber nur in entwicklungsgeschichtlicher und morphologischer Hinsicht einiges Interesse. Von einfachen krustenartigen bis halbkugligen Frucht-

lagern bei Hypoxylon, Ustulina etc. finden sich Uebergänge zu den schlüsselförmigen, fast der Fruchtscheibe einer Peziza gleichenden Fruchtlagern der mistbewohnenden Poronia und zu den strauch- und geweihartig verzweigten Fruchtlagern von Xylaria. Xylaria Hypoxylon phosphorescirt an dem rhizomorphabildenden Mycelium und macht Buchenholz etc., an dem sie wächst, leuchtend. Der in den Wäldern von Cayenne wachsende Thamnomyces chordalis Fr. bildet schwarze, rasenförmig wachsende, steife, starre, aufrechte Stromata von etwa 15 cm Höhe und der Dicke eines Zwirnsfadens.

Nebenfruchtformen, die vermuthlich zu Sphaeroideen gehören.

Sphaeropsideen.

§ 119. Perithecienähnliche Früchte (mit Conidienbildung im Innern, Pycniden). Dieselben sind hart, häutig bis kohlig, schwarz.

a) mit hyalinen Sporen:

Phyllosticta. Früchte linsenförmig, punktartig mit Porus am Scheitel und mit sehr kleinen, eiförmigen oder länglichen hyalinen Sporen. Sie bilden scharf umgrenzte Blattflecken.

Phoma bildet nicht scharf umgrenzte Flecke mit unter der Oberhaut liegenden rundlichen oder halbkugligen Früchten, häutiger, schwarzer Wand und porenförmiger Mündung. Sporen einzellig, cylindrisch oder länglich rund.

Asteroma, Sternschorf. Pycniden sehr klein, punktförmig, halbkuglig, aus strahlig sich ausbreitenden, dicken, schwarzen Mycelfäden mit farblosen, kurzen, abgerundeten Sporen. Es werden auf den Blättern schwarze Flecke gebildet mit sternartig ausstrahlenden Randpartieen. Zum Theil zu Stigmatea, Sphaerella, vielleicht auch zu Perisporiaceen gehörig.

Bei der verwandten Vermicularia sind die Sporen meist spindelförmig.

b) mit braunen einzelligen Sporen:

Coniothyrium mit schwarzen, kugligen Conidienfrüchten, die auf dem Scheitel eine papillenförmige Mündung haben. Sporen kuglig oder elliptisch, einzellig, braun.

c) Sporen braun, zweizellig:

Diplodia. Conidienfrüchte gehäuft, kuglig, mit kurzer Papille, schwarz. Sporen erst farblos, später braun, zuletzt zweizellig.

d) Sporen farblos oder grünlichgrau, zweizellig:

Ascochyta wie Phyllosticta, aber mit zweizelligen ovalen oder länglichen Sporen.

Actinonema, von Asteroma durch zwei- und mehrzellige Sporen unterschieden.

e) Sporen braun, vielzellig (Phragmosporae Sacc.):

Hendersonia. Fruchtkörper unter der Oberhaut durch deutliche Mundöffnung die Sporen entlassend, letztere länglich, spindelförmig, zwei- bis vierzellig, häufig gewimpert, braun.

f) Sporen dünn, cylindrisch oder spindelförmig, an den Enden zugespizt, vielfächerig, farblos (Scolecosporae Sacc.):

Septoria. Kleine linsenförmige Conidienfrüchte auf kreisförmigen, scharf umrandeten, in der Mitte vertrockneten Blattstellen.

Phleospora mit unvollkommen entwickelten Conidienfrüchten, die sich unter der Oberhaut befinden und sich weit öffnende Sporenlager darstellen.

Die genannten Fruchtform-Gattungen sind zwar auf lebenden Pflanzentheilen sehr verbreitet und schädigen dieselben, die grosse Zahl der bekannten Formen — Saccardo hat in seiner Sylloge allein von den Gattungen Phoma, Diplodia und Septoria gegen 1500 Arten aufgeführt — verbietet es uns aber hier, eine Aufzählung derselben zu geben. Wir beschränken uns nur auf die Arten, welche wirkliche Krankheiten unserer Kulturgewächse verursachen.

Blattfleckenkrankheiten durch Phyllosticta.

a) auf Bäumen und Sträuchern:

Phyllosticta circumscissa Berk. „Shot-hole Fungus“ durchlöchert die Pfirsichblätter, die wie mit Schroten durchschossen erscheinen. Der Pilz ruft in Australien grossen Schaden hervor.

Ph. Persicae Sacc. ebenfalls auf der Pfirsiche.

Ph. prunicola Sacc. auf den Blättern von Pflaumen und Kirschen.

Ph. pirina Sacc. mit Sphaerella Bellona Sacc. auf Birnenblättern, auch auf Apfelblättern in Nordamerika.

Ph. Pirorum Cke.

Ph. Labruscae Thüm. (wahrscheinlich zu Physalospora gehörig) auf Weinblättern.

Ph. micrococcoides Penz. und Ph. Hesperidearum etc. auf Citrusblättern.

Ph. Magnoliae Sacc. auf Magnolien; Ph. Tulipiferae Pass., Ph. Liriodendri Thüm. und Ph. liriodendrina Cke. auf Tulpenbäumen.

Ph. Nerii West. auf Oleander; Ph. Paviae Desm. und Ph. aesculicola auf Rosskastanien.

Ph. globulosa Thüm. etc. auf Eichen, Ph. carpinea Sacc. auf Carpinus.

Ph. betulina Sacc. (zu Sphaerella maculiformis) auf Birken, Ph. alnigena Thüm. auf Erlen.

Ph. Coryli West. und Ph. corylaria Sacc. auf Coryllus avellana.

Ph. fraxinicola Curr., Ph. osteospora Sacc. auf Eschen, Ph. populea Sacc. auf Populus alba etc.

b) auf Kräutern:

Phyllosticta Betae Ond. (Depazea betaecola DC.) erzeugt eine Krankheit der Zucker- und Futterrüben z. B. in Bayern.

Ph. Fabae Westd. auf Vicia Faba.

Ph. Pisi West. auf Pisum sativum, Ph. phaseolina Sacc. auf Bohnenblättern.

Ph. Tabaci Pass. auf den Blättern des Tabaks.

Ph. Violae Desm. auf Viola odorata u. s. w.

Der schwarze Brenner oder die Anthracnose der Reben.

Sphaeceloma ampelinum De By.

Die in den Gegenden des Weinbaues seit langer Zeit bekannte Krankheit, die an allen frischen Theilen des Weinstockes auftritt, bildet auf der Oberfläche der Blätter dunkelfarbige Flecke, deren Mitte unter weisslicher Verfärbung vertrocknet und ausfällt. Der schwarzbraune Rand der geschwürähnlichen Stellen ist etwas verdickt. Die kranken Stellen sind meist nur wenige Millimeter im Durchmesser. Der Pilz, der zu Phoma zu stellen ist, Sphaceloma ampelinum De By., hat nach Prillieux nichts mit Phoma uvicola B. et C. etc. zu thun, der zu Physalospora Bidwellii gehört. —

Phoma Nigriana auf Vitis vinifera erzeugt die Giallumekrankheit.

Ph. Bolleana auf Hoya carnosa.

Ph. eucalyptidea auf Eucalyptus globulus.

Phoma Hennebergii Kühn verursacht die Braunfleckigkeit der Weizenähren.

Ph. mororum, Ph. Mori Mont., Ph. moricola Sacc. auf Maulbeerbäumen.

§ 120. Coniothyrium Diplodiella Sacc. erzeugt die Traubenkrankheit „Rot livide“, welche dem Black Rot ähnlich ist. — Auch Greeneria fuliginea Scribner et Viala ist in Amerika ein dem Weinbau schädlicher Pilz.

Diplodia gongrogena Temme ist der Urheber des Holzkropfes der Espe, Populus tremula, Pestalozzia gongrogena Temme Urheber des Weidenkropfes. Thomas hat gefunden, dass der Aspenkropf sich alljährlich weiter entwickelt. Die Kröpfe stehen meist in grösserer Zahl beisammen, sind von Haselnussgrösse bis zu 600 μ im Durchmesser und scharf vom Zweig abgesetzt, während die von Saperda populnea verursachten Anschwellungen spindelförmig sind und allmählich verlaufen.

Fleckenkrankheiten der Erdbeere werden durch Phyllosticta fragaricola Desm., durch Ascochyta Fragariae Sacc., Septoria Fragariae Desm. (Pycnidenform von Sphaerella Fragariae), sowie durch Ramularia Fragariae erzeugt.

Ascochyta Tiliae verursacht die „Blattschütte“, einen frühzeitigen massenhaften Blattfall der Linden. Blattstiele und Blätter sind von den schwärzlichen Pilzflecken dicht besetzt.

Ascochyta Bolthauseri Sacc. verursacht eine Blattfleckenkrankheit der Bohnen in der Schweiz. Die Bohnenblätter, und zwar bereits die ersten ungetheilten Blätter, werden braunfleckig. Die Flecken sind rundlich oder polygonal, ca. 5—20 mm im Durchmesser, mit dunkleren Rändern umgeben und haben im Inneren mehrere konzentrische, dunkelbraune Ringe. In letzteren finden sich die Früchte in Form linsenförmiger Erhabenheiten. Die Sporen sind wasserhell, walzenförmig, abgerundet, eingeschnürt, zweizellig (manche dreizellig), 22—28 μ lang, 7—8 μ breit. — Bei Ascochyta Pisi Sacc. sind die Sporen 14—16 μ lang, 4—6 μ breit, bei A. Phaseolorum Sacc. 10 μ lang, 3 μ breit.

Asteroma radiosum Fr. (Actinonema Rosae Fr.) ist ein Rosenschädling, der zwar schon seit Anfang dieses Jahrhunderts bekannt ist, aber erst neuerdings besonders intensiv in den grösseren Rosenzüchtereien auftritt. Das Mycelium bildet unter der Cuticula

strahlig verlaufende Fäden, kreisrunde, bis 1 cm breite bräunliche, strahlig faserige Flecken bildend, auf denen die kleinen, dunklen Pycniden mit zweizelligen ei- oder keulenförmigen Sporen stehen. Durch frühe Entlaubung gehen die Rosenstöcke ein, wenn die Blätter nicht rechtzeitig entfernt werden.

Asteroma Padi DC. verursacht eine ähnliche Krankheit der Traubenkirsche.

Die Septoriakrankheit der Fichtentriebe.

§ 121. Septoria parasitica Hartig verursacht eine Krankheit der Fichten, die namentlich in 2—3jährigen Fichtensaatkämpen und in Fichtenschonungen sehr verderblich ist und auch ältere Fichten an den unteren Theilen der Krone befällt. Die Krankheit ist früher mit anderen Schädigungen durch Frost etc. verwechselt worden, hat sich aber in der Neuzeit so rapid verbreitet, dass man ihr besondere Aufmerksamkeit widmete. Im Mai bemerkt man zuerst an den jungen Trieben ein Bräunen und Absterben der Nadeln, das sich nach der Triebspitze hin überträgt. Die Nadeln fallen ab, die Triebe verschrumpfen und die Seitenzweige biegen sich im spitzen Winkel abwärts, so dass sie wie abgeknickt erscheinen, während die Mitteltriebe öfter aufrecht stehen bleiben. Man findet in allen Geweben der Axe und der Nadeln das Mycel. Im Laufe des Sommers kommen an den abgestorbenen Zweigen die Pycniden des Pilzes in Form kleiner, schwarzer Knötchen zum Vorschein, die leicht übersehen werden können. Sie sind ein- oder mehrkammerig und enthalten auf priemlichen Trägern hyaline, spindelförmige, zweizellige, 13—15 μ lange Conidien, die bei feuchtem Wetter im Mai in Ranken austreten. Bringt man die Sporen mit einem Tropfen Wasser auf junge, gesunde Fichtentriebe, so erkranken diese sehr schnell an dem eindringenden Mycel und hängen nach 8—14 Tagen schlaff herab. Auf Nährgelatine entsteht reichliches Mycel, das bereits nach 12 Tagen Pycniden mit keimfähigen Sporen bildet. Vermuthlich findet sich der Parasit auch auf anderen Piceaarten. Hartig fand ihn noch auf Picea Menziesii.

Septoria graminum Sacc. verursacht die Schwärze der Weizenblätter,

S. glumarum Pass. eine Braun- und Graufleckigkeit der Weizenspelzen und geringeren Weizenertrag (Sporen 24,6 μ lang, 3,2 μ breit).

S. Hydrangeae Bizz. bildet braune, blutroth umsäumte Flecken auf den Blättern der Hortensien, denen der Pilz nach Bizzozero sehr schädlich ist.

S. nigro-maculata Thüm. auf der grünen Schale der Wallnüsse tödtet den Embryo und verdirbt den Kern.

S. Lactucae Pass. auf Salat.

Unter den ca. 500 Arten sind viele schädliche Parasiten.

Melanconieen.

§ 122. Von den Sphaeropsideen durch den Mangel des peritheciumähnlichen Fruchtkörpers unterschieden. Die Conidien entstehen auf polsterartigen Lagern, die anfangs von der Oberhaut bedeckt sind.

Hierher gehören die bereits erwähnten Formgattungen Coryneum (s. bei Ascospora), Fusicladium (s. Venturia), Melanconium, Pestalozzia.

Bei der letzteren Gattung, die uns hier nur näher interessirt, werden die Conidien unter der Oberhaut auf einem Stroma gebildet und brechen bei der Reife aus diesem hervor. Sie sind länglich, 3—4zellig, braun, die Endzellen zuweilen ungefärbt, mit einer oder mehreren Borsten gekrönt. Smith vergleicht diese Anhängsel dem Compositenpappus und glaubt, dass sie, gleich diesem, die Sporen durch den Wind verbreiten.

Pestalozzia Phoenicis Grev. verursacht die Palmenpest, welche besonders in England zerstörend aufgetreten ist. Auch P. fuscescens gilt als Ursache einer Palmenkrankheit.

In Gewächshäusern und an Kulturpflanzen treten ferner schädigend auf: Pestalozzia macrocarpa Ces. an Farnen, P. Guepini Desm. auf Camellien etc., P. Fuchsiae Desm. auf Fuchsien, P. Acaciae Thüm. auf Acacia longifolia etc., P. decolorata Speg. auf Myrthen. Pestalozzia Hartigii Tub. verursacht eine Krankheit unserer einheimischen Waldbäume.

Hyphomyceten.

§ 123. Fruchtformen, welche nicht in perithecienartigen Behältern oder auf besonderen Lagern, sondern frei auf dem Mycel und dessen Verästelungen gebildet werden.

Viele der hierher gehörigen Fruchtformen können sowohl in den Entwicklungskreis eines Basidiomyceten wie eines Ascomyceten gehören. Es seien hier nur die Pflanzenschädlinge und andere

Pilze genannt, welche aller Wahrscheinlichkeit nach in die Entwicklung eines Pyrenomyceten gehören.

Cercospora, Schweifspore, bildet kranke Blattflecken, aus deren Spaltöffnungen kleine Büschel von bräunlichen Fruchthyphen hervorbrechen, an deren Ende mehrzellige nach oben schwanzförmig angezogene Sporen sitzen.

Cercospora beticola Sacc. verursacht eine der verderblichsten Krankheiten der Zucker- oder Runkelrüben (Spot Disease). Es treten meist rundliche oder elliptische Flecke von bis 2 cm Durchmesser auf, welche oben ein sehr helles und mattes, bräunliches Weissgrau, auf der Unterseite ein helles Aschgrau zeigen. Beiderseits erscheinen dieselben von einem schmalen, olivenbräunlichen oder braunpurpurfarbenen Rand eingefasst. Der Pilz tritt besonders in feuchten Jahren auf. So konnte v. Thümen in dem feuchten Herbst des Jahres 1878 an mittelgrossen Rübenblättern zuweilen 80 und mehr Pilzflecken zählen. Ein Abblatten der kranken Rübenpflanzen und Verbrennen der Blätter dürfte das sicherste Mittel sein, der gefährlichen Krankheit Einhalt zu thun, welche mit der durch Peronospora Schachtii Fuck. verursachten Herzkrankheit und der durch die Würmer der Rübenmüdigkeit des Bodens, Heterodera Schachtii, verursachten Seuche der Zuckerindustrie grossen Schaden bringt. (Andere Krankheiten der Zuckerrübe vgl. bei Cystopus Bliti, Uromyces Betae, Rhizoctonia Betae Fres. und der mit dem Kartoffelgrind identischen Bakterienkrankheit.)

C. Apii verursacht eine Blattfleckenkrankheit des Sellerie. Die braunen Conidienräschen, deren Sporen 3—11 Querwände haben, entstehen auf gebräunten Blattflecken.

C. Resedae Fckl. erzeugt eine oft sehr weit umsichgreifende und verderbliche Krankheit der Reseda.

C. Violae Sacc. Urheber einer Fleckenkrankheit kultivirter Veilchen (Viola odorata). C. nebulosa Sacc., auf Stockmalven, C. Asparagi Sacc., auf Spargel, C. Armoracia Sacc., auf Meerrettig, C. Majanthemi Fckl., auf Maiblümchen.

Cercospora acerina Hart. (auch saprophytisch sich nährend) erzeugt eine Krankheit der Ahornkeimlinge.

C. cerasella Sacc., eine Kirschbaumkrankheit, C. rosaecola Sacc., Krankheit der Rosen, C. vitis Sacc., eine Fleckenkrankheit des Weinstockes, C. Myrti Eriks., eine Blattfleckenkrankheit der Myrthen, C. Persicae Sacc., auf Pfirsichblättern, A. Ariae Fckl., auf Mehlbeerbäumen.

Dactylium. Fruchthyphen einfach, an der Spitze mit mehreren länglich keulenförmigen, mit mehreren Scheidewänden versehenen Sporen.

D. oogenum Mont. bildet im Innern von Hühnereiern auf dem Eidotter schwarze, runde Flecken; an der Luft bildet das ästige, blass olivenfarbene Mycel kurze, aufrechte, gleichfarbige Fruchthyphen, mit 3 länglich-keulenförmigen, bräunlichen Sporen an der Spitze. (An der inneren Eischale findet sich häufig in grossen, schwarzgrünlichen Polstern die Torula ovicola, s. d.)

Ramularia bildet büschelig aus den Spaltöffnungen an kranken Blattflecken hervorbrechende, meist kurze, gerade oder hin- und hergebogene, farblose Hyphen mit oder ohne Scheidewände, an der Spitze mit einer oder einigen eiförmig bis cylindrischen zweizelligen Sporen. Verwandt ist die Gattung Ovularia mit einzelligen Sporen. Die Hyphen wachsen nach Abfall der Sporen weiter und bilden von Neuem Sporen, die Kniebiegungen sind die Ansatzstellen der alten Sporen. R. lactea Fckl. auf Stiefmütterchen. R. violae Fckl. bildet weissliche, braungesäumte Flecke von Viola hicta, R. Bistortae Fckl. auf Knöterig, R. Armoraciae Fckl. auf Meerrettig, R. concors (Casp.) auf Kartoffelblättern, R. gibba Fckl., R. didyma Ung. auf Ranunculus, R. Phlogis Sacc. auf Phlox, R. Malvae Fckl. auf Malven, R. Buxi Fckl. bildet weisslich-staubige Ueberzüge an der Blattunterseite des Buxbaumes.

Ovularia obliqua Oud. (Ramularia obovata Fckl.) auf Ampferarten.

Ovularia pusilla (Ung.) Sacc. bildet bläulich-weissgraue Flecke auf den Blättern von Alchemilla vulgaris. Die Fleckenkrankheit, welche die ganzen Blätter schliesslich befällt, ist sehr verbreitet.

O. sphaeroidea Sacc. bildet im Sommer schneeweisse, ziemlich dichte Ueberzüge auf den Blätttern des Hornklees, Lotus corniculatus. Später beobachtete ich auch Pycnidenfrüchte mit gitterförmigem Exospor. — Ovularia Syringae Sm., eine Krankheit des Flieders erzeugend.

Scolecotrichum wie Ramularia, aber mit bräunlichen Hyphen und Sporen.

Scolecotrichum melophthorum Prill. et Delacr. erzeugt in Frankreich die Rostfleckenkrankheit (la nuile) der Melonen und verschiedener anderer Gartengewächse, an deren Stengeln, Blättern und Früchten es braune, sich verbreiternde und das Gewebe bis zu

grösserer Tiefe zerstörende Flecke bildet. Prillieux und Delacroix fanden auch auf reifen Bohnen den olivfarbenen Ueberzug eines vielleicht mit dem vorigen identischen Scolecotrichum.

Scolecotrichum graminis Fckl. erzeugt eine Fleckenkrankheit der Gräser, und in der Form f. Avenae Ericks. die Schwärze des Hafers.

Acrosporium hat dicht bei einander stehende braune, unverzweigte Conidienträger mit eirunden bis ellipsoidischen, einzelligen, schwach gefärbten Sporen.

Acrosporium Cerasi Rbh. verursacht die Bräune der Sauerkirschen (wie Gnomonia [Septoria] erythrostoma die der Süsskirschen). Die Krankheit wurde zuerst von Alexander Braun an den unreifen, kaum über erbsengrossen, grünen Früchten der Weichselkirsche beobachtet. Letztere waren mit graubräunlichen erhabenen Flecken bedeckt, blieben im Wachsthum zurück und blieben wie mumificirt am Baume hängen, die wie sammetartig bestäubten Flecke zeigten unter dem Mikroskop lang gezogene elliptische, ganz schwach gefärbte, abgestumpfte Conidien auf kurzen, geraden, knotigen Trägern, die einem dicht verzweigten Mycel entsprangen. Später fand Julius Kühn eine durch den gleichen Pilz verursachte Blattfleckenkrankheit in einer Allee von Sauerkirschen. Die Blätter zeigten gelbliche, dann braune Verfärbung und Verkrümmung, auch die Früchte verschrumpften. Voss in Göttingen fand 1884 den Pilz gleichfalls an Sauerkirschen der grossen, doppelten Schatten-Morelle, in Göttingen. Die Kirschen, welche weiter zur Entwicklung kamen, platzten vor der Reife auf, ähnlich wie die von Oidium Tuckeri befallenen Weinbeeren. v. Thümen beobachtete den Pilz auch an Süsskirschen. Nach Woronin gehört der Pilz zu Sclerotinia Cerasi Wor. (s. Discomyceten).

Acrosporium fructigenum Pers. (Monilia fructigena Pers.), welches feste, weissgraue, in concentrischen Ringen auftretende Polster auf Früchten bildet, verursacht bei Aepfeln die Schwarz- und Bitterfäule, ist aber nicht nur Saprophyt, sondern tritt zuweilen an den noch unreifen Aepfeln am Baum epidemisch auf. (Vielleicht gehört auch dieser Pilz zu einer Sclerotinia.)

Hautkrankheiten, durch Hyphenpilze erzeugt.

(Dermatomykosen.)

§ 124. Die Glatz- oder Bartflechte (Herpes tonsurans), Kleiensucht (Pithyriasis versicolor), Kopf- oder Wabengrind (Favus vul-

garis), sowie die von den Dermatologen als Eczema marginatum (Köbner, Kaposi), Erythrasma (v. Bärensprung), Pithyriasis rosea (Gibert), P. maculata und circinata (Bazin), Roseola furfuracea herpetiformis (Behrend), Impetigo contagiosa (v. Hebra) bezeichneten Flechten und Hautausschläge, sowie die Nagelgeschwüre des Menschen und Hufgeschwüre der Einhufer (Onychomycosis trichophytina etc.) werden sämmtlich durch oidienbildende Fadenpilze verursacht, die wahrscheinlich in die Entwicklung eines niederen Ascomyceten gehören.

Achorion Schoenleinii Remak bildet den Waben-Kopfgrind oder Erbgrind (Favus oder Tinea favosa), besonders bei Kindern, näpfchenförmige Knoten, die zu grösseren Krusten zusammenfliessen, durch welche die Haare hindurchgehen. Der Pilz wurde 1839 von Schönlein entdeckt. Remak, Köbner u. A. haben zuerst seine Keimung auf Apfelschnitten etc. und die Erzeugung des Grindes durch ihn am eigenen Körper beobachtet. Grawitz, Quincke, Král u. A. haben sodann verschiedene Formen (Arten) von Favus erzeugenden Pilzen unterschieden, die Quincke als α-, β-, γ-Pilz des Favus unterscheidet. Der α-Pilz (Achorion Arloini) erzeugt den Mäusegrind, der auf Katzen und durch diese auch auf den Menschen übertragen werden kann (Favus herpeticus). Am häufigsten scheint der durch den β- und γ-Pilz verursachte Favus beim Menschen aufzutreten (Favus vulgaris). Das Verhalten des letzteren auf den wachsenden Nährsubstanzen, die Art der Mycelbildung und Sporenbildung, sowie seine Uebertragbarkeit auf die Haut haben zuletzt Král (Archiv f. Dermatologie und Syphilis 1891, H. 1, p. 67 u. 85) und H. Plaut (Centrbl. f. Bakteriologie und Parasitenkunde XI, 1892, S. 357 ff. Taf. V u. VI) eingehender behandelt. — Ein ähnlicher Pilz verursacht den „weissen Kamm“ der Cochinchina-Hühner. Vielleicht damit identisch ist auch Achorion ceratophagus Ercolani, der Urheber der Nagel- und Hufgeschwüre.

Trichophyton tonsurans Malmst. verursacht die Glatz- und Bartflechte, tritt aber auch an unbehaarten Hautstellen auf und kommt auch auf Hunden, Pferden, Schweinen und Kaninchen vor. Die Glatzflechte (Herpes tonsurans capillitii) ist charakterisirt durch das Auftreten pfennig- bis thalergrosser, glatter oder mit Schüppchen bedeckter, am Rande leicht geröthter Scheiben, innerhalb deren die Haare, in welche der Pilz eindringt, abbrechen und ausfallen. Besonders an der Barthaut bildet er um die Haarbälge

oft pustulöse Entzündungsherde, die sich in Borken umwandeln (die „Sycosis parasitaria“ ist eine Mischinfection des Trichophyton und des Staphylococcus pyogenes aureus). An nicht behaarten Hautstellen bildet der Pilz Gruppen oder Kreise von Bläschen (Herpes vesiculosus, H. circinatus) oder rothe, schuppende Flecke (Herpes squamosus). Trichophyton plicae polonicae Günsburg findet sich in Weichselzopf. — Das Mycelium von Trichophyton besteht aus kettenförmig gegliederten Fäden, die in runde oder ovale, einzellige Sporen zerfallen.

Microsporon furfur Rob. verursacht die Kleiensucht, Pityriasis versicolor. Es werden dabei blassbraune, stecknadelkopf- bis handtellergrosse, flache Flecken besonders am Rumpf und den Armen gebildet, welche sich abschuppen und ein lästiges Jucken verursachen. In den erkrankten Epidermiszellen findet man in grosser Menge die vielfach verflochtenen und gabelig verzweigten Fäden ohne Querscheidewände, die am Ende die Sporenhäufchen abschnüren. Microsporon Audouini Gruby überzieht die Kopfhaut und umgiebt scheidenartig die Haare, die dadurch ergrauen und abbrechen. Die von ihm verursachte Krankheit heisst Porrigo decalvans.

Microsporon mentagrophytes Rob. wird ein im Haarbalg der Barthaare auftretender, ähnlicher Pilz genannt, der Eczema oder Impetigo erzeugt. M. minutissimum De Michele erzeugt das „Erythrasma“, wie De Michele experimentell nachwies. Ihm ist aber häufig Leptothrix epidermadis Bizzozero et Firket beigesellt.

Ob der sogen. Madurafuss, eine in Indien heimische, alle Weichtheile und selbst das Knochenmark des menschlichen Fusses zerstörende Krankheit, wirklich durch den von Carter daraus gezüchteten Schimmelpilz Chionyphe Carteri Berk. erzeugt wird, ist zweifelhaft geworden.

Arthrobotrys oligospora Fres., ein fleischfressender Pilz mit Schlingfallen.

§ 125. Der auf Pferdemist und anderen todten Substanzen wachsende Pilz gehört in biologischer Hinsicht mit den bekannten fleischfressenden Pflanzen, z. B. unseren einheimischen Arten von Drosera, Utricularia, Pinguicula, Aldrovandia, der Venusfliegenfalle Dionaea muscipula etc. in eineKategorie. Wie diese hat er besondere Fangvorrichtungen und zwar für kleine Würmchen, Nematoden, die er dann ver-

zehrt. Die Mycelien dieses Pilzes treiben nämlich nach Zopf, besonders reichlich bei mangelhafter Ernährung, Kurzzweige, welche starke Tendenz zu hakenförmiger Einkrümmung zeigen und, indem sie sich nach ihrem Mycelfaden zu krümmen und mit diesem verwachsen, Schlingen oder Oesen bilden. Von diesen können neue Kurzzweige ausgehen, die sich wieder mit dem Mycelfaden oder den ersten Oesen verbinden. Es kommen so ganze Systeme von Schlingen zu Stande, die unter Umständen aus einem bis mehreren Dutzend Schlingen bestehen. Diese dienen als Fallen für die zahlreichen Nematoden, die mit dem Pilz das gleiche Vorkommen haben, von dem Pilz getödtet und völlig aufgezehrt werden. Die Schlingen sind gerade so gross, dass die Aelchen hineinpassen, bei ihren lebhaften Bewegungen aber durch die federnden turgescenten Pilzorgane festgehalten werden. „Säet man zwischen das Mycel der Arthrobotrys z. B. Weizenälchen und beobachtet direkt in der feuchten Kammer, so fangen sich unmittelbar unter dem Auge des Beobachters in Zeit von wenigen Stunden die Thierchen zu Dutzenden, ohne dass es auch nur einem einzigen Individuum, trotz heftigsten Kampfes, gelänge, sich aus der Oese zu befreien. Unmittelbar nachdem das Thier gefangen ist, treibt eine Zelle der Oese einen Seitenzweig durch die Chitinhaut in den Körper hinein; von ihm aus gehen alsbald Aeste ab, welche sich verlängern und die Anguillula in paralleler Lage durchziehen. In dem Masse, wie der Pilz sich ausbreitet, nehmen die Bewegungen des Thieres an Energie ab, um schliesslich ganz aufzuhören. Endlich tritt der Tod ein.“ Der Pilz ruft in dem Thierkörper eine fettige Degeneration der Gewebe hervor und indem er das Fett aufzehrt, bleibt von dem Thier nur die Chitinhaut und beim Männchen der chitinisirte Penis übrig. — Es sind bisher von dem interessanten Pilz, der auch zu Versuchen gegen die Rübennematoden von Zopf empfohlen wird, verkehrt eiförmige, zweizellige Conidien bekannt, welche ein endständiges Köpfchen bilden und kuglige, an Oeltropfen reiche Chlamydosporen. Das Conidienköpfchen wird später von der fortwachsenden Fruchthyphe durchwachsen und bildet vou Neuem Conidien.

3. Familie: Dothideaceae.

§. 126. Die Dothideaceen, die in ihren typischen Formen eine sehr ausgezeichnete Pyrenomycetengruppe darstellen, haben ein deutliches, schwarzes Stroma von meist pseudoparenchymatischer Struktur.

An Stelle der Perithecien entstehen in ihm in den typischen Formen Höhlungen, in welchen sich Asci ausbilden und welche nicht von besonders differencirten und vom übrigen Gewebe unterscheidbaren Wandungen umschlossen sind. In ähnlichen Hohlräumen vollzieht sich bisweilen in gleicher Weise, wie in Pycniden die Conidienfruktifikation. Die nächste Verwandtschaft ist bei den Melogrammeen (Botryosphaeria etc.) zu suchen. Ausser den pycnidenartigen Fruktifikationen in Hohlräumen finden sich auf dem jungen Stroma oft Conidien, und ausserdem kommt bei Dothidea eine überaus reiche Fruktifikation in Hefeconidien nach Art eines Dematium pullulans vor.

Phyllachora hat verschieden gestaltete Stromata, elliptisch, oblong oder lanzettlich, oft höckerig, schwarz. Perithecienartige Höhlungen eingesenkt. Sporen eiförmig, elliptisch, länglich, einzellig, farblos.

Phyllachora graminis Fuck. erzeugt den Blattschorf der Gräser und Halbgräser. Von Gräsern werden besonders Triticum repens (Quecke), seltener Dactylis, Festuca etc., von Halbgräsern Luzula, Carex befallen. Der Pilz bildet schwarze, längliche Schwielen von 1—10 mm, die nur wenig über die Blattfläche hervorragen, auf den durch ihn vergilbenden, welkenden Blättern. Perithecienhöhlungen oft reihenweise, fast kuglig, mit schwach papillenförmiger Mündung, 280—340 μ breit. Asci cylindrisch, kurz gestielt, 8 sporig, 80—100 μ lang, 7—8 μ breit. Sporen einreihig, eiförmig, einzellig, farblos, 10—13 μ lang, 5—5,5 μ breit. (Bei der Form auf Carex Asci 85—90 μ lang, 10—12,5 μ breit. Sporen elliptisch, bei voller Reife bräunlich, 14—16 μ lang, 7 μ breit.) Paraphysen fädig.

Ph. Poae Sacc., auf Poa alpina und Poa sudetica, Ph. gangraena Fckl., auf Poa pratensis, P. nemoralis, bulbosa, Isolepis.

Ph. Cynodontis Niessl, auf Cynodon Dactylon.

Ph. silvatica Sacc., auf Festuca duriuscula.

Ph. Junci Fckl., auf Juncusarten.

Ph. stenostomma Ell. et Trac., auf Panicum brizanthemum (Afrika).

Ph. melanoplaca Sacc., auf Convallaria und Veratrum nigrum.

Ph. millepunctata Sacc., auf Rhododendron.

Ph. depazeoides Nitsche, auf weissen Blattstellen von Buxus sempervirens.

Ph. viticola Sacc., auf jungen Zweigen von Vitis, die vom Frost getödtet sind.

Ph. pomigena Sacc. und Ph. fructigena, auf reifen Aepfeln (Nordamerika).

Ph. Pteridis Fckl., auf dem Adlerfarn.

Bei anderen Arten sind zum Theil die Asci noch nicht bekannt, daher ist ihre Stellung zweifelhaft, so bei Ph. Heraclei, Ph. Podagrariae, Ph. Angelicae, Ph. abortiva (auf Salix aurita), Ph. Xylostei, Ph. Campanulae, Ph. Gentianae, Ph. Impatientis, Ph. bullata (auf Compositen), Ph. Solidaginum, Ph. Chenopodii.

Ph. Trifolii Pers., mit der Conidienform Polythrincium Trifolii, erzeugt eine Blattfleckenkrankheit der Kleearten.

Dothidella ist von Phyllachora nur durch zweizellige Sporen unterschieden.

Dothidella betulina (Fr.) Sacc. bildet auf Blättern von Betula Stromata, die dann nach dem Abfallen der Blätter im Herbst sich erst weiter entwickeln und im Frühjahr völlig zur Reife kommen.

D. Ulmi (Duv.) Wint., auf Ulmenblättern, mit der Pycnidenform Piggotia astroidea Berk. et Br.

D. fallax Sacc., auf Blättern von Andropogon Gryllus und A. Ischaemum.

D. helvetica (Fckl.) Sacc., auf Agrostis.

D. thoracella (Rustr.) Sacc. (Euryachora Sedi Fckl.), an Stengeln und Blättern von Sedum maximum, S. Telephium.

D. oleandrina Sacc., auf Oleanderblättern.

Scirrhia, mit linealischen, oft sehr verlängerten, meist gruppenweise und parallel angeordneten Stromata (1—30 mm), auf Phragmites (Sc. rimosa), Agrostis (Sc. Agrostidis), Equisetum (Sc. Castagnei). Sporen zweizellig.

Dothidea. Stromata polster- oder höckerförmig hervorbrechend, mit flacher, schwachgewölbter oder seicht vertiefter Oberfläche, oft höckerig oder punktirt, schwarz. Sporen länglich, oft schwach, keulig, zweizellig, braun oder rauchgrau.

Dothidea Sambuci (Pers.) Fr., auf Aesten von Sambucus, Morus, Rhamnus etc.

Dothidea puccinioides (DC.) Fr., auf Blättern und Zweigen von Buxus sempervirens.

D. halepensis Cke., auf Nadeln von Pinus halepensis.

D. sphaeroidea Cke., auf Juniperusnadeln.

D. polyspora Bref., auf Heide, besitzt Schläuche mit je 32 Sporen.

Plowrightia ist von Dothidea, mit der Winter diese Gattung vermengt, nach Saccardo durch farblose oder schwachgrünliche Sporen unterschieden.

Black-Knot, schwarzer Krebs der Steinobstgehölze.

(Plowrightia morbosa Sacc.)

Die von Sorauer nach der Analogie des Weinkrebses und Spiraeenkrebses als schwarzer Krebs der Steinobstgewächse bezeichnete Krankheit ist eine in Nordamerika sehr verbreitete und die Obstgewächse stark schädigende. Nach Farlow hat die Krankkeit z. B. um Boston alle Pflaumenbäume zerstört und tritt auf den wilden Arten Prunus virginiana, P. pennsilvanica, P. americana auf, dagegen nicht auf P. serotina und P. maritima. Sie bildet an den Zweigen halbkuglige, meist aber zu Gruppen vereinigte centimeterhohe Auswüchse (Krebsknoten), in deren Nähe auch der Zweig etwas angeschwollen erscheint. Die warzige Oberfläche der sich mehrere Jahre vergrössernden Geschwulst ist zunächst von einer cladosporiumähnlichen Conidienform der·Plowrightia morbosa Sacc. bedeckt, dann bildet letztere eingesenkte Pycniden der früheren Formgattung Hendersonia. Im Januar entstehen dann, kurz vor der Reife der Ascusfrüchte, in „Spermogonien“ auf farblosen, gekrümmten Fäden winzige, ovale Conidien. Die schwarzen, kugligen, hervorragenden Perithecien enthalten Paraphysen und dazwischen keulenförmige Schläuche mit 8 zweizelligen, einseitig verschmälerten, hyalinen bis blassbräunlichen Sporen.

Meehan beschreibt ähnliche gallenartige Wucherungen von Quercus tinctoria, die durch einen Pilz verursacht sind. — Uebrigens hält es Sorauer hier, wie auch bei dem Krebs der Apfelbäume (vgl. bei Nectria), nicht für erwiesen, dass der Mycomycet die eigentliche Ursache der Gallenbildungen ist.

Plowrightia Berberidis (Wallr.) Sacc., an Arten von Berberis.
P. Mezerei (Fr.) Sacc., an Aestchen von Daphne Mezereum.
P. ribesia (Pers.) Sacc., auf Ribesarten.
P. virgultorum (Fr.) Sacc., auf Berberis etc.
P. Hippophaës (Pers.) Sacc., auf Hippophaë.
P. Periclymeni (Fckl.) Sacc., auf Lonicera Periclymenum.
P. insculpta (Wallr.) Sacc., auf Clematis, Atragene.

Anhang.
Laboulbeniaceen.

§ 127. Die kleine Familie von Pilzen, die auf Käfern, Fliegen und anderen Insekten schmarotzen, hat weniger praktisches Interesse, insofern ihr Parasitismus die Insekten, wie es scheint, wenig behindert, als biologisches und morphologisches. Die Pilze sind in der Haut der Thiere oder auf den Flügeldecken mittelst eines kurzen, verschieden gestalteten Spitzchens befestigt und bestehen aus einem meist zweizelligen Stiel und einem schmalen, kegel- oder flaschenförmigen Perithecium, das eine Anzahl von Asci enthält und sich am Scheitel durch eine kleine Mündung öffnet. Ein Mycelium scheint zu fehlen, dagegen findet sich am Grund des Peritheciums ein häufig verzweigter, gegliederter Anhang, der zuweilen kammförmig ist, jedenfalls bei der Verbreitung dieses Parasiten durch Flugthiere eine ähnliche Rolle spielt, wie die Krallenhaken mancher Gymnoasci. Die Sporen sind spindelförmig, zweizellig, farblos. Winter vermuthet, dass die Laboulbeniaceen viel verbreiteter sind, als es nach dem jetzigen Stand unserer Kenntniss von ihnen scheint. Ausser dem auf Fliegen lebenden Stigmatomyces, der jedoch nicht, wie Winter meint, in Wien seine Westgrenze hat, sondern noch unweit Greiz gefunden worden ist, bewohnen sie besonders häufig am oder im Wasser lebende kleinere Käfer, besonders Laufkäfer, die sich unter Steinen etc. finden. Bei ihnen wachsen sie vorzugsweise auf den Flügeldecken, nahe dem Rand. Bei unserer Stubenfliege bilden sie oft pelzartige Ueberzüge, und zwar beim Weibchen an Kopf und Thorax, bei den Männchen dagegen stets an den Beinen. Mit Laboulbenien behaftete Fliegen lebten in der Gefangenschaft ebenso lange, wie pilzfreie. — Ausser den genannten Insekten sind besonders die Fledermausfliegen (Nycteribia) mit Laboulbenien behaftet, und auf einer solchen Nycteribien-Laboulbenia fand Kolenati (Wiener Entom. Monatsschr. 1857, Bd. I, p. 66) die Wurmgattung Arthrorhynchus.

In Europa sind fünf Gattungen von Laboulbeniaceen bekannt: Laboulbenia, Stigmatomyces, Helminthophana, Chitonomyces, Heimatomyces, wozu in Nordamerika noch die Gattungen Zodiomyces, Cantharomyces, Peyritschiella und Hesperomyces kommen.

Laboulbenia. Perithecium am Scheitel mit zugespitzter, von einem Porus durchsetzter Warze. Anhang des Peritheciumstieles an der Spitze mit mehreren einfachen oder ästigen, gegliederten, fadenartigen Zweigen endigend.

Stigmatomyces: Perithecium mit Bauch- und Halstheil, am Scheitel mit kegelförmiger, kurz-zweilappiger Warze. Stielanhang seitlich neben dem Perithecium, gekrümmt, mehrgliedrig, an der konvexen Seite mit spitzen Fortsätzen.

Helminthophana: Perithecium mit Bauch- und Halstheil, am Scheitel mit mehrlappigem Krönchen, durch welches die Oeffnung führt. Stielanhang seitlich, auf der untersten Zelle des Trägers, länglich, cylindrisch, gegliedert, mit spitzen Fortsätzen versehen.

Heimatomyces: Perithecium an der Spitze mit einem Horn, mit seitlich gelegenem Porus. Anhang seitlich, einfach, gegliedert.

Chitonomyces: Perithecium länglich, an der Spitze dreilappig, der mittlere Lappen am Scheitel aufreissend und die Sporen entleerend. Stielanhang seitlich vom Perithecium, einfach, ungegliedert, gekrümmt, mit wenigen knotigen Hervorragungen versehen.

Peyritschiella: Der oberste der beiden Stieltheile ist vielzellig. Der Stiel trägt 1—2 Perithecien (subconical), deren sich verbreiternder Gipfel regelmässig vierlappig ist. Anhängsel von verschiedenen Punkten beiderseits von dem Receptakel entspringend.

Cantharomyces: Fruchtkörper einfach oder über der unteren Basalzelle zertheilt, auf jedem Theil ein einzelnes Perithecium tragend. Anhänge einzeln oder zu mehreren von der unteren Basalzelle entspringend. Perithecium in der Mitte, nach dem regelmässigen Scheitel zu kegelförmig verjüngt.

Zodiomyces: Fruchtkörper nach der Basis zu keglig verjüngt, parenchymatisch, vielzellig, oberes Ende becherförmig, mit mehr oder weniger hervortretendem Rande, im Innern mit zahlreichen, gestielten Perithecien und einfachen, septirten Hyphen. Perithecien einseitig gebogen. Stiele einfach septirt, mit rundlichem Höcker unter dem Perithecium. Sporen hyalin, ungleich getheilt, in Schleim eingebettet.

Hesperomyces: Perithecium unsymmetrisch, mit drei Quereinschnürungen; am Scheitel mit abgesetztem, konischem Gipfelanhang. Das Perithecium entspringt auf zwei Zellen, deren eine sich abwärts zu einer stielartigen Verbindung des „Receptaculums“ verlängert. Letztere hat drei Zellen, eine basale und zwei obere, von denen die äussere den „Anhang“, die innere das gestielte Perithecium trägt. Anhang einfach cylindrisch, septirt, mit einer

einfachen, seitlichen Reihe zahnähnlicher Fortsätze. Die Gattung ist mit Stigmatomyces nahe verwandt, aber durch das sehr eigenartig „appendiculate" Perithecium und die besondere Stellung des „Anhangs" unterschieden, auch entspringen im Perithecium von Stigmatomyces die Asci an der Basis und sind nach aufwärts gerichtet, bei Hesperomyces ist dagegen der Ursprung der Asci ein seitlicher und unter der tiefsten Einschnürung gelegener, und die Asci sind nach auf-, aus- und abwärts gerichtet.

Laboulbenia Rougetii Mont. et Rob., auf Brachinus crepitans L., B. explodens Dufl., B. sclopeta Fr., dunkel gelbbrauner Pilz. Europa. Auf Platynus cincticollis, in Connecticut.

L. Guerinii Rob., auf Gycetes sericeus Laboul., fast ungefärbt. Europa.

L. flagellata Peyritsch. (Sitzb. d. Wien. Akad. Math.-natw. Kl., 68. Bd., I. Abth., p. 247), auf Bembidium lunatum Duft., Anchomenus albipes Fr., A. marginatus. Der licht gelbbraune Pilz findet sich an den Flügeldecken und Beinen der Käfer. Europa.

L. anceps Peyr., an den Extremitäten von Anchomenus viduus.

L. fasciculata, an Flügeldecken und Beinen von Chlaenius vestitulus Fr., lichtbraun. Europa.

L. luxurians Peyr., auf Flügeldecken und Beinen von Bembidium varium. Europa.

L. vulgaris Peyr., auf Bembidiumarten und Deleaster dichrous. Europa.

L. Nebriae Peyr., auf Nebria brunnea und N. Villae. Europa.

L. elongata Thaxter, auf Platynus cincticollis. Connecticut.

L. brachiata Taxt., auf Patrobus longicornis. Connecticut.

L. fumosa Thaxt., auf Platynus cincticollis. Connecticut.

L. elegans Thaxt., auf Harpalus Pennsylvanicus. Connecticut.

L. Harpali Thaxt., auf Harpalus Pennsylvanicus. Connecticut.

L. arcuata Thaxt., auf Harpalus Pennsylvanicus. Connecticut.

L. conferta Thaxt., auf Harpalus Pennsylvanicus. Connecticut.

L. Casnoniae Thaxt., auf Casnonia Pennsylvanica. Connecticut.

L. truncata Thaxt., auf Bembidium. Connecticut.

L. paupercula Thaxt., anf Platynus extensicollis etc. Connecticut.

L. Scelophila Thaxt., auf Platynus extensicollis. Connecticut.

Stigmatomyces Baeri (Knoch.) Peyr., auf der Stubenfliege. In Europa.

St. entomophila (Peck.) Thaxt., auf kleinen Fliegen, Drosophila nigricornis. In Europa.

Helminthophana Nycteribiae Peyr., auf Nycteribien am Hinterleib, den Extremitäten, dem Rückenschild in büschelförmigen Gruppen aufsitzend. Vielleicht auch auf Megistopoda. In Europa.

Chitonomyces melanurus Peyr., auf Laccophilus minutus und L. hyalinus. In Europa.

Heimatomyces Peyr., mit der vorigen Art auf Laccophilus minutus und hyalinus. In Europa.

Peyritschiella curvata Thaxt., auf Platynus cincticollis. Connecticut.

P. minima Thaxt. An gleichem Ort.

Cantharomyces verticillata Thaxt., auf Sunius longiusculus. In Illinois.

C. Blidii Thaxt., auf Blidius assimilis. In Illinois.

Zodiomyces Vorticellaria Thaxt., an den Beinen von Hydrocombus lacustris. Connecticut.

Hesperomyces virescens Thaxt., auf Chiloccus bivulnerus. In Californien.

IV. Ordnung: Hysteriaceen, Ritzenschorfpilze.

§ 128. Die Apothecien der Hysteriaceen öffnen sich zur Reifezeit lippenförmig durch eine Längsspalte, sie sind meist länglich, oft gewunden oder lirellenförmig, schwarz, meist von kohliger Struktur. Die kleine Gruppe erinnert in der äusseren Form an die Lophiostomeen unter den Pyrenomyceten und an die Phacidiaceen unter den Discomyceten.

Die Schüttekrankheiten der Nadelhölzer.

Lophodermium Pinastri (Schrad.) Chev. verursacht eine Schütte der Kiefern und Fichten. Bei den Kiefern werden die vom Pilz befallenen Nadeln im April rothbraun fleckig, worauf sie abfallen, die Fichtennadeln werden im Frühling und Sommer hell-, dann röthlichbraun, werden dann dürr und fallen im Sommer oder nach dem folgenden Winter ab. Da die Coniferennadeln sonst eine lange Lebensdauer haben (bei der Kiefer 3—5 Jahre, Fichte ca. 8 Jahre, Tanne 12—15 Jahre), so wirkt bei den Nadelbäumen

ein vorzeitiger Abfall dieser Assimilationsorgane weit schädlicher als bei den Laubbäumen. Zwar ist die Schütte der Kiefern häufig eine Folge von Frösten, doch ist die Existenz einer Pilzschütte durch die Infectionsversuche von Prantl und Tursky ausser Zweifel gestellt worden. Letzterer hat besonders auch die Infection der Kiefernkeimlinge durch den Pilz beobachtet, wo die Krankheit sehr ansteckend ist. Die inficirten einjährigen Keimlinge wurden schon im Herbst desselben Jahres krank, ihre Nadeln gelb und an den gelben Stellen vom Mycel durchwuchert. Mitte September erschienen an ihnen die ersten Spermogonien (Leptostroma Pinastri Desm.), Ende des Herbstes traten diese zahlreich als kleine, einzeln oder in Reihen stehende schwarze Pünktchen auf. Auf den einjährigen Keimlingen erscheinen die Apothecien (die bei den Hysteriaceen noch an die geschlossenen Perithecien erinnern) erst im Sommer des folgenden Jahres, auf zweijährigen bereits im Herbst des ersten Jahres nach der Infection. Die natürliche Infection in den Baumschulen ist, wie zu erwarten, am stärksten an den Rabatten, die den grossen Kiefernstämmen am nächsten liegen. Tursky beobachtete eine Infection bis auf 25—50 m. Die Baumschulen dürfen daher nie in der Nähe von Kiefernpflanzungen angelegt werden. In den Baumschulen empfiehlt sich Mischsaat.

Die Apothecien, die auf den abgefallenen Nadeln auftreten, sind bei Lophiodermium Pinastri zerstreut auf verblassten, meist durch eine zarte, schwarze Linie abgegrenzten Stellen, eingewachsen, gewölbt hervortretend, rundlich oder länglich elliptisch, braun, dann schwarzglänzend, mit zartem Längsspalt und scharfen, manchmal orangefarbenen, die blasse Fruchtscheibe wenig entblössenden Rändern, 0,5—2,5 mm lang, 0,3--1 mm breit, Schläuche keulig, oben stumpf zugespitzt, 8sporig, 90—150 μ lang, 10—14 μ breit, Sporen fädig, gerade oder etwas gebogen, einzellig, mit zahlreichen Kernen, hyalin, 75—140 μ lang, 1,5—2 μ breit, parallel und um die Längsaxe gewunden liegend. Paraphysen fädlich septirt, 2,5 bis 3 μ breit, farblos, kaum gebogen.

Lophodermium macrosporum Hartig mit linienförmigen Apothecien (bis 3,5 mm lang, 0,5 mm breit) und Schläuchen (bis 100 μ lang, 15—21 μ breit), mit ca. 75 μ Länge, 1,5 μ Breite messenden Sporen (Sporen etwa von Schlauchlänge), oben hakig oder lockig gebogenen Paraphysen, verursacht eine Fichtenschütte.

Lophodermium nervisequium (DC.). Apothecien linien-

förmig in schwarzen, mit tiefem Längsspalt und erst aneinanderliegenden, dann auseinandertretenden und die blassgelbe Fruchtscheibe entblössenden Rändern, 1—1,5 mm lang, 0,3—0,5 mm breit, Schläuche 70—100 μ lang, 15—20 μ breit, Sporen oben etwas dicker, schwach gebogen, 50—60 μ lang, 2—2,5 μ breit, etwa von halber Schlauchlänge. Der Pilz, dessen Spermogonien (Septoria Pini Fckl.) mit länglich keuligen, zweizelligen, farblosen Sporen sich an den lebenden Nadeln entwickeln, während die Apothecien an den abgefallenen Nadeln zur Entwicklung kommen, verursacht die Schütte der Weisstanne.

Lophodermium brachysporum Rostr. mit acht zweireihig gestellten ellipsoidischen bis rübenförmigen Sporen von 1/4 der Asculänge erzeugt eine Schütte der Weymouthkiefer (Pinus Strobus), L. gilvum Rostr., mit bleichgelben Apothecien, und L. sulcigenum Rostr. erzeugen eine Schütte der Scharzkiefer (Pinus austriaca).

Lophodermium Laricinum Dub. auf den Nadeln der Lärche (Larix europaea) in den Hochalpen (Spermogonienform Leptostroma laricinum Fckl.).

Lophodermium juniperinum (Fr.) de Not auf den Nadeln des Wachholders und Sadebaums.

Andere Arten von Lophodermium kommen vor auf Laurus nobilis, Ilex aquifolium, Pirus und Crataegus, Vaccinium Vitis Idaea, V. Myrtillae, V. uliginosum, V. Oxycoccus, Pirus Aucuparia, Rhododendron, Sedum, Quercus und Fracinus, Aconitum, Epilobium, Convallaria, Carex und verschiedenen Gramineen (L. arundinaceum).

Hysterographium mit parenchymatisch vielzelligen Sporen.

Hysterographium Fraxini (Pers.) de Not. an Eschen, Oelbäumen, Flieder, Liguster, Wallnüssen etc., erzeugt nach Rostrup an Eschenstämmen ein Einsinken der Rinde. Die wie Fingereindrücke aussehenden eingesunkenen Stellen, in denen Pycniden und später Apothecien des Pilzes auftreten, vergrössern sich, und wenn dieselben den Stammumfang erreicht haben, sterben die darüber befindlichen Stamm- bezw. Asttheile ab.

V. Ordnung: Discomyceten, Scheibenpilze.

§ 129. Die anfangs geschlossenen Fruchtkörper öffnen sich zur Reifezeit meist lappig oder rundlich (nicht lippenartig) und enthalten dann das Hymenium auf einem mehr oder minder

schlüsselförmigen Fruchtkörper. Wie bei den Pyrenomyceten, so hat Brefeld auch bei den Scheibenpilzen durch deren Reinkulturen auf künstlichen Nährböden eine Reihe wichtiger Entdeckungen bezüglich der Zugehörigkeit von Conidien- und Chlamydosporenformen gemacht. Bei Ocellaria aurea mit goldgelben Apothecien gehen diesen Conidienstromata voraus, deren Conidien den Schlauchsporen völlig gleichen, ähnlich bei Cryptodiscus coeruleoviridis Rehm, bei welchem das anfangs farblose Luftmycel später lebhaft spangrün wird und grünliche Conidien bildet. Bei Heterosphaeria Patella ist ein und derselbe Fruchtkörper erst Pycnide, dann Apothecium, indem die Conidienträger allmählich durch Asci ersetzt werden. Die Nebenfruchtformen bestehen hier aus zweierlei durch Spaltung entstandenen und durch Uebergänge verbundenen Conidienformen, deren jede sich durch Sprossung vermehren kann, eine mit elliptischen, die andere mit sichelförmigen Conidien. Die letztere hat ausserdem eine Steigerung zu Fruchtkörpern erfahren. Bei der Varietät alpestris desselben Pilzes tritt nur die erstere Conidienform auf. Bei Patella pseudo-sanguinea Rehm, die starkfaulendes Birkenholz auf weite Strecken blutroth färbt, erzeugen die erst weissen, dann blutrothen Mycelien durch succedane Abschnürung lange Conidienketten. — Sehr eigenthümlich sind weiter die Nebenfruchtformen der auf altem Eichenholz wachsenden Patella commutata. Aus jeder Zelle der Schlauchspore wie des Keimschlauches sprossen hier kurze, cylindrische, sich bräunende Auswüchse hervor, die sich an der Spitze mit einem kreisrunden Loche öffnen, aus dem ähnlich wie bei Pyxidiophora Nyctalidis zeitweilig stäbchenförmige, hyaline Conidien hervorgeschoben werden. Diese erzeugen in der Massenanhäufung der Hefesprossung wieder büchsenförmige Träger, ohne dass es zur Bildung von Mycelien kommt. Bei Bulgaria inquinans enthalten die Schläuche zweierlei Sporen: vier länglich-elliptische, ungleichseitige, dunkelbraune, und vier kleinere, farblose, eiförmige, die schneller als die ersteren („Dauersporen") keimen. Die Sporen keimen bald vegetativ, bald fruktikativ aus, was von Spore zu Spore wechselt. — Auf den Stengeln der Brennnessel tritt vor den Apothecien der Calloria fusarioides und dann noch in deren Gesellschaft ein Pilz auf, der früher als Tremella, Dacryomyces oder Cylindrocolla Urticae bezeichnet wurde. Brefeld's Kulturen haben hier festgestellt, dass diese den Oidienlagern des Basidiomyceten Dacryomyces deliquescens täuschend gleichende Pilzform als typische

Oidienform zu Calloria fusarioides gehört. Auch die Conidienträger von Coryneaarten haben auffallende Aehnlichkeit mit denen des Basidiomyceten Auricularia sambucina und Ulocolla. Die phragmidiumähnlichen Chlamydosporen von Pseudohelotium granulosellum Karst. stimmen mit der Beschreibung des Pilzes der Wurzelfäule Xenodochus ligniperda überein. In der Gattung Peziza, deren Conidienträger meist an Aspergillus und die Conidienträger von Heterobasidium erinnern, finden sich bei Peziza repanda und ampliata noch vollkräftig entwickelte Conidienträger mit keimfähigen Sporen, bei P. vesiculosa und cerea solche, deren Conidien keimschwach und vergänglich sind, und bei P. reticulata sind die Conidienträger nur noch der Anlage nach vorhanden.

Die Discomyceten lassen sich nach Rehm in folgende Unterordnungen theilen:

1. Phacidiaceen: Apothecien in das Substrat eingesenkt und dann aus ihm hervorbrechend, dickhäutig, schwarz, mit nur unscheinbarem „Hypothecium" und flachem Hymenium.

2. Stictideen: Apothecien in das Substrat eingesenkt, es durchbrechend und dann von ihm berandet, wachsartig, hell gefärbt, mit geringem Hypothecium und meist schüsselförmigem Hymenium.

3. Tryblidieen: Apothecien in das Substrat eingesenkt, dann hervorbrechend oder von Anfang an oberflächlich, häutig, wachs- oder hornartig, mit dickem Hypothecium und krugförmiger Schlauchschicht.

4. Dermateaceen: Apothecien erst eingesenkt, dann hervorbrechend, oder von Anfang an oberflächlich, häutig, wachs- oder hornartig, mit dickem Hypothecium und meist schüssel- oder krugförmigem, bisweilen ganz flachem Hymenium.

5. Pezizaceen: Apothecien oberflächlich, wachsartig oder fleischig, mit mehr oder weniger ausgebildetem Hypothecium und meist schüssel- oder krugförmigem, bisweilen ganz flachem Hymenium.

1. Phacidiaceen.

Der Klappenschorf der Luzerne (Spot disease of Alfalfa).

Phacidium Medicaginis Lasch.

§ 130. Der Pilz bildet bei uns auf dem meist gelb marmorirten Blatt der Luzerne (Medicago sativa) sowie anderer Medicagoarten und des weissen und rothen Klees braune, erhabene Flecke,

aus der dunkelbraune, klappig aufreissende Apothecien mit achtsporigen Schläuchen und ovalen, hyalinen Sporen, fädlich keuligen Paraphysen hervorbrechen. Bei uns scheint der Pilz bisher ein ziemlich harmloser Parasit gewesen zu sein, während er in Nordamerika eine sehr verheerende Fleckenkrankheit der „Alfalfa“ verursacht und z. B. um Ames im Staate Jowa nach Pammel mehr als die Hälfte der Ernte vernichtet. Pammel vergleicht seine verheerenden Wirkungen denen des Malvenrostes.

Bei uns tritt u. a. Phacidium abietinum Kze. et Schmidt auf den Nadeln, Ph. cicatricicolum Fckl. auf den Blattnarben der Weisstanne, Ph. Vaccinii Fr. (mit der Pycnidenform Dothidea latitans Fr.) auf den Blättern von Vaccinium Vitis Idaea, Ph. repandum (Alb. et Schwein.) Fr. auf den Blättern (und Stengeln) von Galium, Asperula odorata, Rubia tinctorum parasitisch auf.

Die Runzelschorfe.

Rhytisma acerinum Fr. bildet auf den Ahornblättern (Acer platanoides, auch Acer Pseudoplatanus und A. campestre) häufig scharfbegrenzte, rundliche, bis über 1 cm grosse, schwarze, kohligharte Flecke, in denen erst nach dem Abfallen der Blätter die Schläuche reifen und aus denen dann die Sporen nach Klebahn ejaculirt und durch den Wind verbreitet werden. Ein zeitiges Zusammenfegen des abgefallenen Laubes verhindert die Weiterverbreitung der Krankheit.

In Deutschland kommen noch in erwähnenswerther Verbreitung vor:

Rh. punctatum (Pers.) Fr. auf Acer Pseudoplatanus, Rh. salicinum (Pers.) Fr. auf Weiden, Rh. Andromedae (Pers.) auf Andromeda polifolia.

Rh. Rubiae Mont. kommt auf den Blättern von Rubia tinctorum und Rh. monogramme Berk. et Curt. in Nordamerika auf Vitis aestivalis vor.

Cryptomyces Pteridis (Rebent.) Rehm bildet auf dem Adlerfarn schwarze Streifen und erzeugt in der „Spermogonienform“ (Fusidium Pteridis Kalchbr.) eine Krankheit dieses Farnkrautes.

2. Stictideen und 3. Tryblidieen

sind bisher nur auf abgestorbenen Pflanzentheilen und auf Rinde und Holz der Bäume gefunden worden, vermuthlich aber zum Theil in den Nebenfruchtformen parasitisch.

4. Dermateaceen.

Das Gleiche gilt für einen Theil der Dermateaceen. Dagegen ist wohl Dermatea Prunastri (Pers.) Fr. mit der Pycnidenform Sphaeronema spurium Fr., den ich um Göttingen sehr häufig an der Rinde lebender Zwetschenbäume fand, sicher ein Schädling dieser Obstbäume.

Sehr viele Arten dieser Unterabtheilung finden sich parasitisch auf Flechten, manche, wie die Arten der Calicieen-Gattungen Caliciopsis, Sphinctrina, Cyphelium, Coniocybe, Acolium, Calicium, Stinocybe, wurden bisher von den meisten Autoren zu den Flechten gerechnet. Nach Rehm besitzt allerdings ein grosser Theil der Calicieen einen wirklichen mehr oder weniger kräftig entwickelten, schöngefärbten Flechtenthallus (gehört also zu den Flechten), dagegen ist für eine ganze Anzahl (in Rabenhorst's Kryptogamenflora I, 2, p. 383 ff. aufgezählter) Arten ein solcher nicht oder nicht sicher nachweisbar, dieselben sind entweder ächte Parasiten oder leben als Saprophyten.

§ 131. Bulgaria polymorpha (Fl. dan.) Wettst. (B. inquinans Fr.), an lebenden oder gefällten Stämmen von Eichen, Buchen, Wallnüssen, galt früher als harmloser Fäulnissbewohner, ist aber nach meinen eigenen Erfahrungen ein sehr bedenklicher Wundparasit, der z. B. im Fürstlichen Park zu Greiz verschiedene amerikanische Eichen getödtet hat. Auch Baron F. von Thümen hat meine Erfahrungen neuerdings bestätigt. Nach der neueren Beschreibung von Rehm sind die Apothecien zuerst in den Bast der Rinde kuglig eingesenkt, gelatinös, höckerförmig, dann hervorbrechend, einzeln oder gehäuft, anfangs geschlossen, später eiförmig hervortretend, zuletzt kreiselförmig, dick und unregelmässig gestielt, 1—4 cm hoch, rundlich sich öffnend und die krug-, bald schüsselförmige, flache, anfangs zart und etwas zackig, später zurückgeschlagen berandete, schwarze Fruchtscheibe entblössend, 1,5—4 cm breit, äusserlich umbrabraun, gerunzelt und schwarz-kleiig bestäubt, gallertartig, innerlich gelbbräunlich, trocken, schwärzlich, zusammengerunzelt und rauh. Schläuche cylindrisch-keulig, langgestielt, oben abgerundet und verdickt, 150—200 μ lang, 9—10 μ breit, mit vier grösseren, braunen, 12—14 μ langen, 6—7 μ breiten, grossen und vier kleineren, hyalinen Sporen versehen. Paraphysen fädig, 1 μ breit, oben allmählich etwas verbreitert und verklebt, gelb- oder violettbraun, oft

hakig gebogen. Tulasne, welcher die Entwicklung des Pilzes eingehend beschrieben hat (Ann. sc. nat. III, T. XX, p. 160) giebt eiförmig kuglige („Spermatien") und schwarzviolette („Stylosporen") Sporen der Nebenfruchtformen an.

Nach De Bary werden die Sporen aus den Schläuchen 1—2 cm weit senkrecht nach oben geworfen.

Ein Discomycet, die einzige vegetabilische Nahrung der Feuerländer.

An die Gattung Bulgaria schliesst sich an die Gattung Cyttaria, welche Darwin (Reise eines Naturforschers um die Welt, Bd. I, p. 270 der deutschen Ausgabe) abgebildet hat. Darwin sagt darüber: „Ein vegetabilisches Produkt verdient noch Erwähnung wegen seiner Bedeutung als Nahrungsmittel für die Feuerländer. Es ist ein kugliger, hellgelber Pilz, welcher in ungeheurer Menge an den Buchenstämmen wächst. So lange er jung ist, ist er elastisch und geschwollen; wird er aber reif, so schrumpft er zusammen, wird zäher und die ganze Oberfläche wird mit tiefen Gruben oder wie mit Honigwaben bedeckt. Dieser Pilz gehört zu einer neuen und merkwürdigen Gattung (Cyttaria Darwinii Berkl.); eine zweite fand ich an einer anderen Species von Buche in Chile und Dr. Hooker theilt mir mit, dass vor Kurzem eine dritte Species an einer dritten Art von Buchen in Vandiemensland entdeckt worden ist. Wie merkwürdig ist diese Verwandtschaft zwischen parasitischen Pilzen und den Bäumen, auf denen sie wachsen, in weit von einander entfernten Theilen der Welt. Im Feuerlande wird der Pilz in seinem zähen und reifen Zustande von den Frauen und Kindern in grossen Mengen gesammelt und dann ungekocht gegessen. Er hat einen schleimigen, unbedeutend süssen Geschmack mit einem leichten Pilzgeruch. Mit Ausnahme einiger weniger Beeren, hauptsächlich von einer Zwergart von Arbutus, essen die Eingeborenen keine andere vegetabilische Nahrung als diesen Pilz. In Neuseeland wurde vor Einführung der Kartoffel eine grosse Menge Farnwurzeln konsumirt; heutigen Tages ist, wie ich glaube, das Feuerland das einzige Land auf der Erde, wo eine kryptogame Pflanze einen Hauptnahrungsartikel ausmacht". Man kennt gegenwärtig sechs Arten von der südlichen Hemisphäre auf Nothofagusarten. E. Fischer hat davon drei im Feuerlande gesammelte (C. Harioti Fischer, C. Darwinii Berk. und C. Hookeri Berk.)

näher untersucht. Die essbaren Fruchtkörper sind hiernach kuglig oder kreiselförmig, oft etwas gestielt. Unter ihrer Rinde finden sich die jungen Apothecien zuweilen am Grund oder am Scheitel mit Spermogonien. C. Hookeri Berk., welcher den Holzkörper der Buchenzweige krankhaft verändert, hat wahrscheinlich auch Pycniden. In den Hohlräumen zwischen den Apothecien findet sich eine licheninartige Gallertmasse.

5. Pezizaceen.

§ 132. Diese an Artenzahl grösste Unterordnung der Discomyceten zerfällt in folgende Familien:

Helotieen: Apothecien sitzend oder gestielt, behaart oder kahl, becher- oder scheibenförmig, wachsartig, mit farblosem oder gelblichem, prosenchymatischem Gehäuse.

Mollisieen: Apothecien ungestielt, kahl, schüsselförmig oder flach, wachsartig mit dunkelgefärbtem, parenchymatischem Gehäuse.

Pezizeen: Apothecien sitzend oder gestielt, kahl oder behaart, meist schüsselförmig, fleischig.

Ascoboleen: Apothecien sitzend, kahl oder behaart, scheibenförmig, mit flachem oder convexem Hymenium, fleischig.

§ 133. Der Wurzelschwamm, Rhizina undulata Fr., und die Ringseuche (maladie du rond) der Coniferen.

Die ungestielten, anfangs kreisrunden, schüsselförmigen, auf der flachen Seite weiss oder gelblich umsäumten, kastanienbraunen Fruchtkörper erreichen später 8—10 cm im Durchmesser, sind wellenförmig, verschieden gestaltet, oben convex, zurückgeschlagen, dunkelolivbraun, unterseits mit blassen, wurzelartigen Strängen versehen. Prillieux und Roumeguère haben zuerst in Frankreich an den Seekiefern (Pinus Pinaster) eine Krankheit, Ringseuche (maladie du rond), beobachtet, die sich darin äussert, dass die Bäume auf kreisförmigen Fehlstellen absterben. Sie fanden die Wurzeln von dem Mycel und den Strängen der Rhizina durchwuchert. Hartig hat die zerstörende Wirkung des bisher für unschädlich gehaltenen Pilzes in Schlesien, Mecklenburg etc. festgestellt. Die Rhizina hatte z. B. in Mecklenburg auf einer Kulturfläche von 1 ha Grösse die etwa vierjährigen Pflanzen von Abies alba, Tsuga Mertensiana, Pseudosuga Douglasii, Picea Sitkaensis, Pinus Strobus, Larix europaea getödtet. Im Rindengewebe der erkrankten Pflanzen erzeugte der auch in Nährgelatine

züchtbare Pilz, besonders in den gummischleimführenden Schläuchen der Weisstanne, zahllose, durch Sprossung sich vermehrende, äusserst kleine Conidien. Aus der Rinde treten zweierlei Mycelstränge hervor, weisse, sich bald in feine Fäden verzweigende Stränge und borstenförmige Conidienträger von etwa 1 cm Länge, die in ihrer ganzen Länge seitliche Auszweigungen tragen. Die ersteren Mycelstränge sind kreideweiss, allseitig mit einfachen und verzweigten Haaren versehen, die an der Spitze ein ätherisches Oel, wohl mit Harz vermischt, in Tropfen ausscheiden. Die Hyphen dieser rhizoctonienartigen Stränge zeigen hier und da Schnallenzellenbildung, die bei den einfachen Pilzfäden, welche den Boden durchziehen, häufiger sind. An den borstenförmigen Mycelbildungen entstehen hier und da Cylinderconidien, die einmal septirt sind.

Der Lärchenkrebs oder Lärchenbrand

wird durch Dasyscypha (Peziza, Helotium) Willkommii (Hartig) verursacht. Das in der Rinde lebende Mycel des Pilzes bewirkt, dass die ergriffenen Stellen abnorm verdickt werden und aufbrechen, oft auch Harzfluss zeigen; über diesen Stellen werden die Nadeln einzelner Aeste oder des ganzen Wipfels gelb und welken, die befallenen Zweige sterben von der Spitze aus ab. Der Stamm bildet dafür mehr Nadelbüschel mit abnorm langen Nadeln. Zuletzt bildet der Baum einzelne, fadenförmige, schlaffe, dünn benadelte Sprossen, die vor Ende des Herbstes welken, worauf der ganze Stamm abstirbt. Die Krankheit verläuft entweder langsam, so dass es über 5 Jahre dauern kann, bis der Baum abstirbt, oder sie hat einen sehr schnellen Verlauf, die Nadelbüschel sterben dann bereits im ersten Frühjahr ab und der Baum geht in demselben Jahre zu Grunde. Besonders häufig tritt die Krankheit bei Bäumen von 4—15 Jahren auf. Die Krebsstellen erzeugen heerdenweise oder in kleineren Kolonieen gestielte, aussen weisswollige, etwa 2—4 mm breite Schüsselchen mit gelber oder röthlicher Scheibe. Ausserdem brechen nach Hartig aus der Rinde der kranken Lärchen weisse Polster hervor, die im Innern von einer labyrinthartigen Höhlung durchsetzt sind, in dieser werden an einem Hymenium pfriemenförmiger Träger zahllose kleine, einzellige Conidien abgeschnürt. Später öffnen sich die Hohlräume und bilden ein freies Conidienlager. Die Apothecien treten erst später auf denselben Polstern auf. Auf künstlichem Nährboden zog Möller erst weisse Luftmycelien, dann die erwähnten Fruchtkörper.

Der Pilz ist offenbar ein Wundparasit, und zwar scheint es, als ob neben Insektenwirkungen (durch die Lärchenmotte, Coleophora laricella) besonders Frost- und Schneeschäden den Eintritt desselben in das gesunde Gewebe vorbereiteten. Darauf wird meist die Ausbreitung der Krankheit in der Ebene zurückgeführt.

Dasoscypha flavovirens Bres. findet sich in den Alpen an Lärchen.

Die Sclerotinienkrankheiten.

§ 134. Die meist lang gestielten Apothecien von Sclerotinia entspringen einem in verschiedenen Pflanzentheilen parasitirenden Sclerotium, sie sind mehr oder weniger trichterförmig, später flach ausgebreitet und haben einzellige hyaline Ascen-Sporen.

Sclerotinia Fuckeliana De By. ist ein vielverbreiteter Uebelthäter, dessen Conidienträger schon lange unter dem Namen Botrytis cinerea bekannt sind. Bringt man Weinlaub unter eine Glasglocke, so sieht man die letztgenannte Schimmelform sehr bald zur Entwicklung kommen. Sie findet sich auch an den Beeren des Weines wie auf krautartigen Theilen der allerverschiedensten Pflanzen als Plage in den Gewächshäusern und Vermehrungshäusern der Gärten und saprophytisch an Birnen, Zwiebeln und den verschiedensten Pflanzentheilen. Als ächter Schmarotzer tritt er auf den frischen Blättern vieler Gewächshauspflanzen, besonders im Winter auf jungen Pflanzen, deren Stengel er bräunt, auf, er bewirkt so ein Umfallen der Keimpflänzchen, besonders beim Raps, Kohl, bei Runkelrüben. Eidam fand ihn als Zerstörer der Kohlköpfe, Klein und Sorokin beobachteten seinen Parasitismus auf den männlichen Blüthenkätzchen des Wachholders, der Lebensbäume und Eiben. Nach Ward verursacht er in England eine Krankheit der Lilien. E. Kissling, der seine Lebensverhältnisse näher studirte, fand ihn als Urheber einer sehr ausgebreiteten Krankheit des gelben Enzians, als Urheber eines Blattfalles der Rosskastanie. Kissling hat durch zahlreiche Versuche und Beobachtungen festgestellt, dass die Sclerotien des Pilzes — im Gegensatz zu den von De Bary studirten der Sclerotinia Sclerotiorum — nur reproduktive Keimfäden zu bilden vermögen, indem das aus ihnen hervorgehende Mycel völlig unfähig ist, eine Infection zu bewirken, wohl aber Conidien erzeugt. Die aus letzteren hervorgegangenen Mycelien

vermögen in Blätter, Stengel und andere harte Gewebe nicht einzudringen, sondern befallen in der Regel die Pflanze von der Blüthe aus, deren Narben und Staubbeutel sie durchwachsen. Erst nach vorangegangener Aufzucht in diesen zarten Geweben oder nach einer längeren saprophyten Ernährung wird das Mycel befähigt, auch andere Pflanzentheile zu befallen. Die Blattstellen, an denen dies geschieht, werden gebräunt und zersetzt. Die Ursache dieser Fäulnissflecken ist ein von den Pilzfäden ausgeschiedenes, Cellulose lösendes Enzym (Pezizaenzym De Bary). So wurden an einem Landhause bei Bern in Folge eine Platzregens, der die botrytiskranken Blüthenstände auf die Blätter herabwarf, die Rosskastanien inficirt, bekamen die bekannten Fäulnissflecke der Botrytis, die bald danach an der Unterseite hervorbrach.

Die Fruchtkörper von Sclerotinia Fuckeliana sind gestielt, becher- oder trichterförmig, fleischig, wachsartig, hellgefärbt, kahl, aus den Sclerotien entspringend, die Sporenschläuche mit acht ovalen, farblosen, einzelligen Sporen versehen.

Morphologisch der Peziza Fuckeliana sehr ähnlich sind eine Reihe anderer Sclerotinien, die von Frank mit der S. Fuckeliana identificirt werden, nach De Bary's Untersuchungen aber davon verschieden, mindestens als gesonderte Anpassungsformen, Varietäten anzusprechen sind. Es sind dies die Sclerotinia Trifoliorum Ericks. (S. ciborioidis Fr.), der Urheber des Kleekrebses, Sclerotinia bulborum Wakker, der Urheber des schwarzen Rotzes der Zwiebelgewächse (Hyacinthen, Crocus, Scilla) und die Sclerotinia sclerotiorum Lib., mit der De Bary den Urheber des Hanfkrebses, Sclerotinia Kauffmanniana Tich., vereinigt, obwohl die Hanfkrankheit bisher nirgends anders als im Gouvernement Smolensk (von Tichomiroff 1868) beobachtet worden ist. Sie alle scheinen einer botrytisartigen Conidienform zu entbehren und nur die früher (wegen ihrer Keimunfähigkeit unter gewöhnlichen Verhältnissen) für Spermatien gehaltenen Conidienfruchtformen zu besitzen, die Brefeld für Sclerotinia tuberosa und S. Sclerotiorum gefunden hat.

Sclerotinia Sclerotiorum Lib. ist zuerst genauer von Brefeld (1881) und danach besonders von De Bary (1886) untersucht worden. Aus den Sclerotien, die bei trockener Aufbewahrung ihre Entwicklungsfähigkeit etwa 3 Jahre lang behalten, entspringen

einzelne oder zahlreiche, heller oder dunkler gelbbraune Fruchtkörper, die aus cylindrischem Anfang zur Gestalt eines Trichters oder einer von cylindrischem Stiele getragenen Trompete heranwachsen (3—10 mm breit). Die Sporen sind farblos, ellipsoidisch, 11—12 µ lang, 4,5—6 µ breit. Bei der Keimung entwickeln sie in Nährsubstraten ein stattliches Mycel, das wieder Sclerotien bildet. Wie S. Fuckeliana ist auch diese Art ein fakultativer Parasit. Er befällt als solcher zunächst die lebenden saftigen Reservestoffbehälter (Rüben, Knollen) mancher Pflanzen, zweitens dringt er in die sommerlich vegetirenden Stöcke krautartiger Dicotylen, breitet sich darin aus und tödtet sie, besonders tödtet er auch junge Keimpflänzchen. Lebende Daucusrüben werden von dichter Mycelhaut des Pilzes umhüllt, von der Fäden ins Innere eindringen und die Rübe, mit Ausnahme des axilen Holzkörpers, in einen wässerigen Brei verwandeln, der von leicht abziehbarer Mycelhaut zusammengehalten wird, in Brassica Rapa-Rüben erweicht er das ganze Gewebe gleichmässig. Auf den Rübenwurzeln von Beta, Raphanus, Foeniculum, den Schnittflächen von Kartoffeln und Topinambur ist sowohl die Pilzvegetation wie die Sclerotienbildung schwach. Anders tritt derselbe Pilz auf den in Vegetation und Blüthe stehenden Stöcken von Phaseolus vulgaris, Petunien und Zinnia elegans auf. Hier durchwächst der Pilz den Stengel der Länge nach intercellular in dem Rinden- und Markgewebe, so dass die Zellen kollabiren, das Wasser verlieren und in Folge dessen die Rinde vertrocknet, der Stengel abstirbt. Die Sclerotien bilden hier in nachträglich im Mark entstandenen Höhlungen die „Mäusedreck" ähnlichen Sclerotien. In halbreifen Bohnenfrüchten, dem Blüthenboden von Zinnia etc. nehmen sie den Höhlungen entsprechend nicht selten wunderliche Formen an. Die parasitische Vegetation geht nicht von den Sporen aus, der Pilz wird vielmehr erst infectionstüchtig, wenn er durch saprophytische Ernährung (in Nährlösung, auf getödteter Pflanzensubstanz) die Fähigkeit erlangt hat, eine Flüssigkeit, das Pezizaenzym, abzuscheiden, vermöge deren er die lebenden Pflanzenzellen durchdringt und tödtet. Die Invasion des Pilzes in die erwachsenen Organe findet aber auch dann nur bei wenigen Pflanzen, z. B. Petunia, Phaseolus, Zinnia und Daucusrüben statt, seltener bei Topinambur und Kartoffeln (Kartoffelkrankheit in Irland), an vielen Species ist das Befallenwerden älterer Stöcke nie beobachtet worden. Eigenthümlich ist es, dass die hochgradig

empfänglichen Pflanzen Phaseolus, Petunia, Zinnia verwandtschaftlich sehr fern stehen, und noch auffälliger ist die grosse individuelle und lokale Verschiedenheit innerhalb einer Species. So zerstört der Pilz nach De Bary z. B. alljährlich die Kartoffelfelder in Norwegen, die Bohnen am Bodensee, lässt sie aber sonst intakt; er befällt im Strassburger botanischen Garten die Petunien, aber weder Kartoffeln noch Bohnen. Frank beobachtete bei Leipzig einen Rapsschimmel (Nothreife des Rapses), den er der Sclerotinia Sclerotiorum zuschreibt, während De Bary die Infection des Rapses nicht gelang. Allerdings giebt Frank eine Botrytisgeneration des Rapspilzes an, die der Sclerotinia Sclerotiorum zu fehlen scheint.

Eine mit Botrytis auftretende Sclerotinia verursacht in Mecklenburg, Neu-Brandenburg eine tödtliche Krankheit der Schneeglöckchen. An Stelle der Blüthen kommt ein unförmlicher, von den Conidienträgern der Botrytis völlig überzogener Klumpen (Blüthe und Blätter) über die Erde. Die Sclerotien entwickeln sich in der Knolle. Der Urheberpilz wurde Sclerotinia Galanthi Ludw. genannt.

Sclerotinia tuberosa (Rutstr.) durchwuchert mit dem Mycel die Anemonen und macht sie erkranken, bildet dann im Boden an den Rhizomen der Anemone nemorosa schwärzliche, fast kartoffelgrosse Sclerotien, aus denen im Frühjahr die langgestielten Schüsselpilze hervorkommen. Brefeld hat aus den ejaculirten Sporen der Sclerotinia in Nährlösung und später auf pilzfreiem Brote grosse, reichverzweigte und septirte Mycelien gezogen, an denen er Conidienbildungen (die durch succedane Abschnürung auf flaschenförmigen Sterigmen entstanden und sich oft zu Knäueln von Nussgrösse verbanden) und später wieder Sclerotien erhielt.

Ein Parasit der Sclerotien wurde von Brefeld Pycnis sclerotivora genannt, da er Pycniden bildet.

Eine Anzahl anderer Sclerotinien ruft Krankheiten verschiedener Beeren, Steinfrüchte etc. hervor, indem Mycel und Conidienform die Blüthen- und Vegetationsorgane erkranken machen, während die Früchte mumificirt und in Sclerotien umgewandelt werden, aus denen dann die gestielten Pezizabecher mit der Ascusgeneration hervorgehen. Es sind diese Pilze hauptsächlich von Woronin untersucht worden.

Sclerotinia Aucupariae Ludw. verursachte in den letzten Jahren eine Sclerotienkrankheit der Ebereschen im Erz-

gebirge, welche zunächst die Blätter erkranken macht und dann die Beeren mumificirt und in Sclerotien umwandelt, aus denen dann die Ascusfrüchte hervorwachsen. Woronin hat zuerst in Finnland die Sclerotienkrankheit der Ebereschen beobachtet. An den Ebereschenzweigen, die ich mit mumificirten Beeren aus dem Erzgebirge erhielt, beobachtete ich auch die Ueberreste einer Botrytisfruktifikation, die Woronin nicht angiebt.

Sclerotinia baccarum (Schröt.) Rehm verursacht die „weissen Heidelbeeren", indem sie die Beeren von Vaccinium Myrtillus L. mumificirt und in Sclerotien umwandelt. Sclerotinia Vaccinii Wor. befällt in gleicher Weise die Preisselbeeren (die mumificirten Früchte beider Vaccinien sind jedoch nicht zu verwechseln mit den Beeren der weissfrüchtigen Varietäten Vaccinium Myrtillus var. leucocarpum Hausm. und V. Vitis Idaea var. leucocarpum Aschers. et Magn., deren geographische Verbreitung und Beschreibung Ascherson und Magnus kürzlich gegeben haben). Sclerotinia megalospora Wor. findet sich auf Vaccinium uliginosum L., Sclerotinia Oxycocci Wor. auf Vaccinium Oxycoccus L., Sclerotinia Rhododendri Fisch. in den Kapselfrüchten von Rhododendron (n. Fischer), Sclerotinia Padi Wor. auf Prunus Padus mit einer als Monilia Linhartiana Sacc. beschriebenen Nebenfruchtform. Woronin beobachtete ferner Sclerotiniensclerotien in mumificirten Kirschen (Nebenfruchtform: Monilia cinerea Bon. = Acrosporium Cerasi Rab. = Fusicladium Cerasi Sacc.) und glaubt, dass auch die auf Mespilus und Cydoniablättern vegetirende Ovularia necans nichts als die Nebenfruchtform einer Sclerotinia ist. Sclerotinia Betulae Wor. auf der Birke (auf Blättern die Nebenfruchtform, auf den Fruchtzapfen Sclerotien bildend). Genauer hat Woronin die Entwicklung der Sclerotinia Vaccinii auf Vitis Idaea beschrieben. Die von diesem Pilz befallenen jungen Triebe der Preisselbeere bilden an den abgetödteten Stengeltheilen und Hauptnerven der Blattunterseite Oidien („Conidien") aus. Das streng lokalisirte Mycel bildet zwischen Cuticula und Holzring resp. Gefässbündel unter Tödtung und Zusammenpressung der Parenchymzellen ein Pseudoparenchym, aus dem, nach Sprengung der Cuticula, Fäden hervorwachsen, die an ihrer Basis vielfach anastomosiren, sich dann meist gablig verzweigen und endlich in perlschnurähnliche Oidienketten auslaufen. Zwischen je zwei dieser schliesslich citronenförmigen Oidien findet sich ein spindelförmiges Cellulosestück, der Disjunctor, der eine höchst eigen-

thümliche mechanische Einrichtung zur Isolirung der kettenartig verbundenen Sporen darstellt. Die Oidien der Woronin'schen Sclerotinien sind zunächst durch eine sich in zwei Lamellen theilende Membran von einander geschieden, während die feine primäre Membran über die ganze Oidienkette gleichmässig hinweggeht. Jede der beiden Membranlamellen der benachbarten Zellen scheidet nun in der Mitte (durch einen Porus?) ein kleines, kegelförmiges Cellulosestück aus; beide Stücke verwachsen zu einer Spindel (Disjunctor), die sich nachträglich streckt und dabei jede der beiden Zellhäute der Sporen an der Berührungsstelle einstülpt. Bei der Reife der Sporen nimmt der Druck, der durch den Disjunctor ausgeübt wird, derartig zu, dass die äussere, die Oidien überkleidende Membran an den Einschnürungen zwischen den letzteren zerreisst. Die noch tonnenförmigen Oidien stülpen ihre Enden wieder aus, werden citronenförmig und hängen, wenn nicht eine sofortige Loslösung erfolgt, nur noch mit den Spitzen der elastischen Disjunctorspindel zusammen, von denen die Loslösung leicht erfolgt. Die Oidien bilden im Wasser nur kleine Conidien, in Pflaumendekokt dagegen lange septirte, vielfach anastomosirende, verzweigte Fäden. In der Natur keimen die Oidien auf den Narben der Vacciniumblüthen und treiben ihre Schläuche durch den Griffel in den Fruchtknoten, schmiegen sich an die Placenten an und erfüllen die Fruchtfächer völlig mit Pilzmycel. Die an die Fruchtknotenwand anstossenden Hyphenzweige ordnen sich zu einer zu ihr senkrechten Schicht von Pallisaden. Die Membranen werden dick und gallertig, bis auf die Scheitelflächen der Pallisaden, von denen aus die Hyphen der Fruchtknotenwand intercellular bis zur Oberfläche durchwuchern, das ganze Pilzgewebe rückt allmählich von dem Centrum nach der Fruchtperipherie. Das Endresultat ist ein Sclerotium, das im hohlen Innern nur die vertrockneten Reste, Ovula und Placenten enthält, im Uebrigen aus der intakt gebliebenen Pallisadenschicht und der in der Fruchtwand gebildeten Pilzmasse sich aufbaut. Im Zimmer keimen die Sclerotien Ende Dezember und im Januar, im Freien etwa anfangs Mai. Aus jedem Sclerotium entstehen dann ein oder zwei, in Zimmerkulturen auch mehrere kastanienbraune, lang gestielte Becherfrüchte. Die acht cylindrischen, beiderseits abgerundeten Ascussporen werden ausgeschleudert und verhalten sich ganz wie die Oidien. Blätter und Stengel junger Triebe von Vaccinium Vitis Idaea wurden leicht inficirt und entwickelten schon zwei Wochen nach der Aussaat die Oidiengeneration.

Die Sclerotinia Oxycocci ist der S. Vaccinii am ähnlichsten, die Asci enthalten vier grössere und vier kleinere Sporen, von denen nur die ersteren keimen. Oidien und Disjunctor sind kleiner.

Beide Arten haben an der Basis der gestielten Fruchtbecher zottige Rhizoidenbüschel zur Nahrungsaufnahme aus dem Boden. Sie fehlen der Sclerotinia baccarum, die grössere Ascen, rundliche Oidien und sehr kleinen Disjunctor hat. Bei S. megalospora sind die Sclerotien nicht hohl, die Becherstiele sind rhizoidenlos, am Grund knollig verdickt, Asci und eiförmige Sporen sehr gross, Oidien kuglig.

Sclerotinia Kerneri Wettst. lebt auf Zweigen der Weisstanne.

Scl. Duriaeana Tul. an den Stengeln von Carexarten mit schwarzen Sclerotien.

Die Edelfäule des Weines.

Die Fortschritte der Botanik haben in den letzten Jahren besonders wichtige Ergebnisse geliefert bezüglich des Weinbaues, Weinschutzes, der Weinernte und der Weingährung. Bei dem Weinbau sind die biologischen Untersuchungen über Geschlechtervertheilung und Pollenverbreitung der Weinreben, wie sie in den Abhandlungen von Rathay niedergelegt worden sind, von hoher Bedeutung. Das Vorkommen von in der Hauptsache männlichen und weiblichen Reben und die richtige Combination der Rebenstöcke der einzelnen Sorten auf Grund dieser Ermittelungen, haben zu grösserer Ertragsfähigkeit geführt, die experimentelle Feststellung der Rebensorten, die gegen die Schädlinge aus dem Thierreich (Reblaus) und Pflanzenreich widerstandsfähig sind, haben die Weinkultur von diesen äusseren Agentien bis zu gewissem Grade unabhängig gemacht, die Ermittelung der Abhängigkeit der Weinsorte von den im Einzelnen rein zu züchtenden Hefesorten hat bezüglich der letzteren zu richtiger Auswahl geführt und veranlasst, dass man beginnt, die Gährung nicht den zufällig einfallenden Hefezellen zu überlassen, und die Weinernte ist gleichfalls nicht mehr von zeitlichen Verhältnissen und der Reife der Beeren schlechthin abhängig, sondern von der durch einen Pilz bedingten Nachreifung, der sogen. Edelreife der Beeren. H. Müller-Thurgau hat nämlich nachgewiesen, dass bezüglich der Entwicklung der Weinbeere vier Stufen zu unterscheiden sind, die der unreifen, reifen, edelreifen und edelfaulen Beeren und die der Rosinen. Die „Edelfäule“ der Trauben

der Kulturreben, welche von der durch Penicillium glaucum verursachten Fäulniss der Beeren wesentlich verschieden ist, welche zur Erzeugung der edelsten deutschen Weine führt, wird regelmässig bewirkt durch Botrytis cinerea, die Entwicklungsform der Peziza Fuckeliana. Dieser Pilz dringt unter normalen Verhältnissen nur in die ausgereiften Beeren ein und macht sie „edelfaul". Der Einfluss der Botrytis auf die Traubenqualität erfolgt dadurch, dass die Beeren mürbe werden, der Most aus den äusseren getödteten Zellen mehr ins Innere tritt und in Folge der Lockernng der Hautzellen die Wasserverdunstung erleichtert wird. Der Zucker- und Säuregehalt der Beeren nimmt in Folge der Edelfäule beträchtlich ab. Der Stickstoffgehalt bleibt ziemlich konstant, doch speichert der Pilz einen Theil der im Saft gelösten Stickstoffverbindungen in sich auf und macht sie unlöslich. Der Most enthält daher aus den braunen, edelfaulen Trauben weniger Stickstoff, als der aus nicht faulen. Im Most stark edelfauler Beeren findet die Hefe häufig nur noch ungenügend Nahrung und die Gährung verläuft daher ausserordentlich langsam, so dass derartige Weine mitunter noch nach zwölf Jahren geringe Nachgährung zeigen.

Auch andere Früchte zeigen, ausser der gewöhnlichen, durch Schimmelpilze bewirkten Fäulniss, die sie ungeniessbar macht, ihnen bitteren Geschmack etc. verleiht, nicht selten eine Art Edelfäule, die ihnen angenehmeren Geschmack verleiht, so z. B. Birnen (teige Birnen), manche Apfelsorten etc.

Der Pilz der Weinbeeren wurde früher auch unter dem Namen Botrytis acinorum unterschieden, seine Sclerotien in und an denselben, die sich mitunter bereits am Weinstock (meist erst an abgefallenen Beeren) finden, sind als Sclerotium uvae (Desm.) und Sclerotium Vitis (Peyl.) beschrieben worden.

Nachtrag zu den Sclerotinien.

Brefeld hat neuerdings die Nebenfruchtformen der Sclerotinien näher untersucht. Die Zugehörigkeit der Botrytis cinerea bezeichnet er als noch anfechtbar und nicht sicher erwiesen. Dagegen hat Brefeld die kleinen, kugligen Conidien, welche theils an den Schlauchsporen, theils am Mycel in grosser Menge reihenförmig abgeschnürt werden, deren Keimung aber noch nicht beobachtet wurde, bei Sclerotinia tuberosa, S. Sclerotiorum, S. Fuckeliana, S. Duriaeana, auf Vacciniumsclerotien etc. konstatirt. Auch Scl. ciborioides bildete, in Wasser ausgesäet, lange Ketten

dieser auf kurzen Sterigmen abgeschnürten Sporen. In Nährlösungen wuchsen dagegen die Ascosporen der letzteren zu üppigen Mycelen aus, die keine Conidien bilden, aus denen aber auf Brot pfundweise Sclerotien gezogen wurden, die auf feuchter Erde regelmässig neue Apothecien bilden. Scl. tuberosa bildet in Nährlösungen erst Mycelien mit reichlicher Conidienproduktion, dann erst Sclerotien; Scl. Sclerotiorum dagegen und Scl. Kerneri bilden dagegen erst nach Anlage der Sclerotien auf ganz alten Mycelien Conidien. Scl. Duriaeana bildet in Nährlösung nur Mycelien mit den Anfängen von Sclerotien, in Wasser dagegen eine Conidienform, welche mit der von Epidochmium ambiens Desm. identisch ist. Eine dritte Nebenfruchtform, die von Woronin bei den Vacciniensclerotinien beschrieben, ist als Chlamydosporenform zu betrachten. In Nährlösung gab Scl. baccarum riesige Mycelien mit nichtkeimenden Conidien, nachträglich in der Luft Chlamydosporen, Scl. Vaccinii nur die ersteren, die sich auch in der durch den Mangel eines Sclerotiums unterschiedenen Gattung Ciboria finden.

Von anderer Seite wird jedoch die Botrytisbildung als eine den Sclerotinien fakultativ zukommende Eigenschaft bezeichnet.

Mollisieen.

Blattfleckenkrankheit des Klees durch Pseudopeziza Trifolii Fckl.

§ 135. Die Fleckenkrankheit tritt erst vereinzelt auf den Blättern des Klees auf, verbreitet sich aber bald derart über Blätter und Stengel der Pflanzen eines Kleefeldes, dass diese durchweg schwarz werden und verfaulen. Die Krankheit trat z. B. in dem feuchten Sommer 1891 um Greiz sehr schädigend auf. Die Fruchtkörper erscheinen meist auf der Blattoberseite, sind sehr winzig, mit gelblicher Fruchtscheibe. Die Schläuche sind keulenförmig und enthalten acht eiförmige Sporen mit meist zwei Oeltröpfchen. Die daraus entstehenden Mycelien sind klein, reichlich sparrig verzweigt, aus tonnenförmig angeschwollenen Gliedern bestehend. Nach etwa 14 Tagen werden in der Kultur Conidien abgeschnürt, einzeln oder zu 2—3 neben einander, 5—8 μ lang, 2,5—3 μ breit, eiförmig, hyalin, einzellig.

Pseudopeziza Medicaginis Lib. verhält sich ganz gleich, ist vielleicht damit identisch.

Pseudopeziza Astrantiae Nissel zerstört die Blätter der Astrantia major.

Zahlreiche andere Arten bilden noch, meist wenig schädliche Fleckenkrankheiten der verschiedensten Pflanzen (z. B. Ps. Ranunculi Fckl. auf Ranunculus repens, Ps. pallida Fckl. auf Buchsbaum).

Pezizeen.

Von den grösseren fleischigen Pezizeen sind einzelne Arten, wie Peziza Acetabulum und P. cochleata, essbar, von morchelartigem Geschmack.

Ascoboleen.

Die Ascoboleen sind Coprophile, Mistbewohner, welche in mancher Hinsicht, z. B. der Sporenejaculation etc., biologisches Interesse haben.

VI. Ordnung: Mitromycetes, Mützenpilze.

§ 136. So bezeichnen wir diejenigen Ascomyceten, die völlig gymnocarp sind. Sie wurden bisher zu den Scheibenpilzen gezählt. Während die Kernpilze angiocarp, sind die Scheibenpilze hemiangiocarp, und dürften eine andere Anzahl von Gattungen der Ascomyceten ein von seinen ersten Anfängen an freiliegendes Hymenium haben. Die einzige Familie der Helvellaceen oder Morchelpilze, welche zu dieser Ordnung gehört, besitzt grosse, aufrechte, von Hymenium überzogene, fleischige Träger, die bald keulenförmig, clavariaähnlich sind, meist aber auf sterilem Stiel eine besondere ascentragende Mütze ausbilden.

Hauptgattungen:

Sporen der Asci einzellig, kuglig oder spindelförmig
- Fruchtkörper mit kegelförmigem, kugligem oder walzenförmigem Hut, auf dessen Oberfläche netzförmige Rippen: Morchella.
- Fruchtkörper mützenförmig, unregelmässig gelappt, blasig aufgetrieben: Helvella.
- Fruchtkörper regelmässig glockenförmig: Verpa.
- Fruchtkörper einen glatten, eiförmigen, dem Stiel aufsitzenden Kopf bildend: Mitrula.

Sporen mehrzellig, Fruchtkörper eine vom Stiel abgegrenzte Keule bildend: Geoglossum.

Sporen fadenförmig oder stabförmig, Fruchtkörper gestielt kopfförmig: Vibrissea.
- Fruchtkörper schildförmig am Rand zurückgerollt: Cudonia.
- Fruchtkörper spatelförmig am Stiel herablaufend: Spathulea.

Sporenschläuche in die kugligen einzelligen Sporen zerfallend, daher die kopfförmigen gestielten Fruchtkörper wie mit Staub bedeckt erscheinen; Paraphysen fehlen: Roesleria.

Parasitische Helvellaceen. Sclerotienkrankheit des Hopfenklees durch Vibrissea sclerotiorum Rostr.

§ 137. Rostrup fand den Pilz zuerst auf einem mit Trifolium hybridum, T. repens, T. pratense, Medicago lupulina besetzten Kleefeld, auf welchem sehr viele der Medicagopflanzen abstarben. Die ausgegrabenen Pflanzen waren an Wurzeln und Stengeln dicht mit schwarzen, knollenförmigen Sclerotien besetzt, die, im März auf feuchte Erde ausgesät, Mitte Mai zur weiteren Entwicklung kamen. Jedes Sclerotium entwickelte eine grössere Anzahl (bis zehn) Fruchtkörper. Die letzteren waren 5—8 mm lang, gestielt, mit einem kugligen, hellrothen Kopf von ½ mm Durchmesser versehen. Der unten röthliche, oben weisse Stiel endete in einer Vertiefung des Kopfes. Die Oberfläche des letzteren war dicht besetzt mit einer Schicht nadelförmiger Paraphysen und keulenförmigen Schläuchen mit zahlreichen, sehr kleinen Sporen.

Bezüglich der Sclerotienbildung erinnert der Pilz einmal an die Sclerotiniaarten unter den Ascomyceten, dann an die Typhulaarten unter den Basidiomyceten, von welch letzteren Typhula Betae Rostr. gleichfalls ein Schädling von Kulturpflanzen ist.

Die Wurzelfäule des Weinstockes. (Pourridié de la vigne.)

Als Urheber der Wurzelfäule des Weinstockes, welche in Frankreich und anderen Ländern, ähnlich wie die Reblauskrankheit, verheerend immer weiter um sich greift, sind verschiedene Pilze betrachtet worden; bald wurde der Hallimasch als der eigentliche Urheber betrachtet, bald sollte die Rösleria hypogaea Thüm. et Pass., bald Dematophora necatrix der eigentliche Urheber sein. Neuere Untersuchungen stellen es ausser Zweifel, dass die Rösleria gewöhnlich als Saprophyt auftritt, wohl aber auch gesunde Weinstöcke als fakultativer Parasit zu befallen vermag, während im Uebrigen zwei verschiedene Arten der Wurzelfäule zu unterscheiden sind, die beide grossen Schaden anzurichten vermögen, eine durch Dematophora necatrix Hartig und eine zweite durch Agaricus melleus, den Hallimasch (siehe dort). Letzterer erzeugt nach Millardet z. B. die „Pourridié“ um Lavardac (Lot et Geronne), ersterer die „Pourridié du Medoc“.

Rösleria hypogaea Thüm. et Pass. kommt bis 1,5 m tief an Rebenwurzeln, nach Frank auch an den Wurzeln abgestorbener Ulmen vor. Die Fruchtkörper brechen meist heerdenweis aus den

Wurzeln hervor, sind 1,5—5 mm lang, gestielt, kopfförmig, weisslich, mit silbergrauem, ca. 2 mm messenden Kopf. Die 8sporigen, nicht mit Paraphysen untermischten Schläuche zerfallen in die kugligen, einzelligen Sporen.

Dematophora necatrix Hartig ist der schlimmste der genannten Wurzelparasiten des Weinstockes. Die Krankheit, welche mit der Reblauskrankheit oft verwechselt worden ist, verbreitet sich von einzelnen Weinstöcken aus immer weiter und bewirkt ein Gelbwerden und Absterben der Pflanzen. Das Mycel überzieht in Form weisser, gelblicher oder schwärzlicher Stränge und Häute die Wurzeln und dringt unter der Rinde ins Holz ein. Einzelne Theile desselben bilden schwarze Sclerotien, andere zarte, dunkle Rhizomorphen, die sich ähnlich wie die des Hallimaschs durch den Boden von Pflanze zu Pflanze verbreiten. Bisher sind nur die Conidienträger des Pilzes bekannt, welche auf 1,5—2 mm hohen, unten schwarzbraunen, oben farblosen Fruchtträgern an vielen starren, über einanderstehenden, seitlich vorspringenden Höckern ovale, einzellige Sporen tragen.

Der Pilz befällt von den Weinstöcken aus auch andere Pflanzen, die er gleichfalls tödtet, so Bohnen, Kartoffeln, Runkelrüben, ferner Pfirsich-, Mandel- und Pflaumenbäume.

Von den Weinpfählen aus können auch — der Rösleria ähnlich — Stereum hirsutum und St. purpureum die Weinwurzeln befallen und hier als Parasiten weiterleben. Auch der Wurzelschimmel des Weinstockes, die Mycelform Fibrillaria xylotricha Pers., die zu den Hutpilzen Psathyrella ampelina Foex et Viala, Ps. disseminata, Ps. gracilis und Ps. hyascens gehört, geht erst von den Rebpfählen auf die Reben über.

J. Krassilstschik führt als Wurzelparasiten der Weinreben, den er von der Donau bis zur Mitte des Kreises Kischinew verbreitet fand, noch eine Helvellacee, Paraphysella radicicola Krassil., an. Dieselbe bildet unter der Rinde der Wurzeln über $^1/_2$ mm breite Hyphenstränge, von denen durch die Rinde 3—6 mm lange, ca. 0,5 mm dicke Fruchtstiele mit einem aschgrauen, etwa 1 mm dicken Köpfchen am Ende wachsen. Die Stiele können seitlich secundäre Stiele mit kleineren Köpfchen abgeben. Die Köpfchen bestehen aus keulenförmigen, 8sporigen Schläuchen mit hyalinen, linsenförmigen Sporen von 3,5—6,5 μ Durchmesser und Paraphysen von doppelter Schlauchlänge, welche aus länglich-tonnenförmigen Zellen gebildet werden und in eine keulenförmige Zelle endigen. Die Paraphysen wie die Asci sind farblos.

Morcheln und Lorcheln als Nahrungsmittel.

§ 138. Die Morcheln (Morchella), von denen in Deutschland unterschieden werden die Speisemorchel (Morchella esculenta Pers.), Spitzmorchel (M. conica Pers.), hohe Morchel (M. elata Fr.), köstliche Morchel (M. deliciosa Fr.), Käppchenmorchel (M. rimosipes DC.), Böhmische Morchel (M. bohemica Krombh.), sowie die Faltenmorcheln oder Lorcheln (Helvella) mit den Arten Speiselorchel (H. esculenta Pers.), Nonnenlorchel (H. Monachella Fr.), Infellorchel (H. Infula Schäff.), Riesenlorchel (H. gigas Krombh.), Herbstlorchel (H. crispa Fr.), Grubenlorchel (H. lacunosa Fr.), Elastische Lorchel (H. elastica Bull.) und die besonders in der Schweiz und in Oberitalien mit ihnen zu Markt kommenden Eichelschwämme oder Verpen (Verpa digitaliformis Pers.) und zwei andere Arten) sind essbar und gehören mit zu den beliebtesten und nahrhaftesten Speisepilzen, die getrocknet (an Fäden aufgereiht), in Blechbüchsen eingemacht oder frisch in den Handel kommen und in Suppen, Saucen, als Gemüse, als Zusatz zu Krebsen und Spargel, gefüllt etc. auf den Tisch kommen. Bei Verwendung der Lorcheln (Helvella esculenta) ist jedoch besondere Vorsicht gerathen. Es haben nämlich Boström, Ponfick u. A. durch eine grosse Reihe von Versuchen und Untersuchungen bei Vergiftungsfällen durch Pilze nachgewiesen, dass die frische, nicht abgekochte Lorchel einen giftigen Stoff (nach Böhm und Külz die Helvellasäure $C_{12}H_{20}O_7$), vermuthlich aber ein Alkaloid enthält, das bei Mensch und Thieren tödtlich wirkt, indem es Anurie, Zerfall der rothen Blutkörperchen (Abspaltung des Hämoglobins und dessen massenhafte Abscheidung durch den Urin) bewirkt. Nach Ponfick hat schon ein Genuss von Lorcheln in einer Menge von 1½—2% des Körpergewichtes den Tod zur Folge. Abgebrühte Lorcheln enthalten nach Weggiessen der Brühe das Gift nicht mehr, auch ist dasselbe in den getrockneten, gedörrten Lorcheln nicht mehr vorhanden. Frische Lorcheln sind daher erst zu kochen und es ist die Brühe abzugiessen, da sie das Gift enthält; oder es sind getrocknete Lorcheln zu verwenden. Doch ist es auch hier nöthig, sich zu vergewissern, dass die Lorcheln frisch getrocknet worden sind, da sowohl die Lorchel, wie auch die Morchel und andere essbare Pilze, wenn sie in Fäulniss übergehen, giftige Fäulnissalkaloide bilden. Für die Lorchel haben Jonquière, B. Studer jun., Demme und J. Berlinerblau in Bern derartige Vergiftungen nachgewiesen und einer ein-

gehenden Untersuchung unterworfen. Die Vergiftungserscheinungen wurden durch Lorcheln hervorgerufen, die in getrocknetem Zustand aus einem Kaufladen bezogen und vor der Zubereitung 3—6 Mal in sehr heissem Wasser ausgewaschen worden waren. Die Vergiftungserscheinungen waren hier andere, als die nach dem Genuss frischer Lorcheln auftretenden, sie hatten Aehnlichkeit mit der Muscarinwirkung. In den getrockneten Lorcheln wurde die Gegenwart von Ptomaïnen (Neurin) nachgewiesen, wie sie sich auch in frischen, dann gefaulten Lorcheln bildeten. Es liess sich auch erkennen, dass die getrockneten Exemplare vorher gefault waren. Nach C. Bischoff sind solche beim Einsammeln faul und schmierig gewesene Lorcheln auch im trockenen Zustand zu erkennen. Sie sind zum Theil durch die eigenthümliche Art des Eintrocknens mit kleinrunzeliger Oberfläche kenntlich. In den aufgekochten Exemplaren sind dieselben beim Auslesen nicht schwer herauszufinden und dürften beim Auslesen der aufgekochten Waare jeder Hausfrau, die die gesünden Pilze kennt, auffallen. In ungetrocknetem Zustand haben faule Lorcheln einen äusserst unangenehmen Trimethylamingeruch (Geruch nach fauler Häringslake).

Im frischen Zustand sind nur die Lorcheln giftig, nicht die Morcheln (Brühe von frischen M. esculenta, M. conica, M. crispa wurde von Hunden ohne allen Schaden genossen). Ob die Lorcheln überall und immer giftig sind, ist zweifelhaft, da englische und französische Mykologen (Sarrazin, Roumeguère u. A.) behaupten, dass die Lorchel in ihrem Lande ohne Schaden (auch roh) verspeist würde. Es gilt dies ja auch von anderen Giftpilzen, dass sie an manchen Orten giftfrei sind, so enthält z. B. Boletus luridus und Amanita pantherina schwankende Mengen von Muscarin. Man bezeichnet derartige Pilze, die nicht überall giftig sind, als „verdächtige Pilze“. Gegen manche Gifte verhalten sich indessen auch verschiedene Menschenrassen verschieden, und es erweckt fast den Anschein, als ob es auch bei der Lorchel so sei, wenn man den folgenden Bericht Schulzer's von Müggenburg über die Vergiftung dnrch Helvella esculenta liesst.

„Als ich mich,“ schreibt dieser Mykologe an Bresadola, „im Jahre 1839 in Galizien befand, wurde ich durch den Departementsarzt aufgefordert, ihn nach einem Orte zu begleiten, wo man ihm eine Vergiftung durch Schwämme angezeigt hatte. Wir fanden eine ganze Bauernfamilie vergiftet. Drei Mädchen von 4, 6 und 8 Jahren waren bereits gestorben. Bei der Sektion fanden sich im Magen

grüne und schwarze Stellen. Der Vater, die Mutter und ein Kind von 12 Jahren waren wie gelähmt; sie konnten sich nicht aufrecht halten. Die Bauersleute sagten mir, dass sie die Hälfte der Schwämme an eine Jüdin verkauft hätten. Ich besuchte die letztere und konnte konstatiren, dass sie mit Mann und Kindern ohne allen Nachtheil davon gegessen hatte. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Jüdin die jungen Exemplare ausgesucht und den Bauersleuten die alten zurückgelassen hatte, und dass sie bei der Zubereitung Weinessig zugesetzt hatte, die Brühe wie auch den Weinessig hatte sie jedoch später nicht weggegossen. Der Pilz, den die Bauersleute und die Jüdin verzehrt hatten, war Helvella suspecta Krombh. (nach allen neueren Beobachtungen identisch mit H. esculenta); ich begab mich nach der Stelle, wo er wuchs, sammelte davon und gab ihn mit Butter zubereitet einem Hunde, der ihn mit Gier frass. Am nächsten Tag liess der Hund blutigen Urin, war aber sonst munter, erst zehn Tage darauf starb er plötzlich ..."

Es möge hier nur eine Beschreibung der beiden bei richtiger Zubereitung sehr guten Speisepilze Morchella esculenta und Helvella esculenta folgen, von denen also die erstere unschädlich, die zweite im frischen Zustand bereits giftig ist.

Die Speisemorchel, Morchella esculenta, hat rundlicheiförmigen, hellgelbbraunen Hut, der der ganzen Länge nach angewachsen und mit gewundenen, verschieden-winklig zusammenlaufenden Rippen und tief ausgehöhlten Blättern versehen ist. Der Stiel ist glatt, weiss, hohl, mit grubigem oder faltigem Grunde. Der Pilz kommt auf Sand- oder Kalkboden im Frühjahr zur Zeit der Blüthe der Schlehen, Märzveilchen und Schlüsselblumen vor.

Die Speiselorchel, Helvella esculenta, hat unregelmässig aufgeblasenen, welligen, gewundenen, runzeligen, grubigen, hell- oder dunkelbraunen Hut. Stiel erst voll, dann hohl, unregelmässig höckerig, weisslich oder blassröthlich, schwach weichfilzig. Im Frühjahr in sandigen Nadelwäldern.

IV. Klasse: Hemibasidii.

§ 139. Die Brandpilze, Ustilagineen

sind Pflanzenparasiten, deren gewöhnlichste Formen dem blossen Auge als schwarze oder braune Staubmassen erscheinen, den Chlamydosporen, welche im reifen Zustand fast allein übrig bleiben, während das in der Nährpflanze weit verbreitete Mycel sehr schnell ver-

schwindet; in anderen Fällen erzeugen sie nur Fleckenbildungen an Blättern und Stengeln. Die Chlamydosporen, welche den Teleutosporen der Uredineen gleich die überwinternden Dauersporen des Pilzes sind, werden innerhalb der Fruchtäste des Mycels im Gewebe der Pflanze, das oft ganz zerstört wird, gebildet und verstäuben in den meisten Fällen nach Durchbrechen der Oberhaut; in einzelnen Fällen (z. B. bei Entyloma) wird jedoch die Oberhaut nicht durchbrochen und findet kein Verstäuben statt. Im gewöhnlichen Verlauf gehen aus den Chlamydosporen kurze Conidienträger („Promycelien") hervor, welche bei der einen Abtheilung, den Ustilaginaceen, durch Querwände in zwei bis vier Glieder getheilt werden, die an den Scheidewänden einzeln oder zu mehreren die Conidien („Sporidien") abgliedern (manchmal zerfallen diese Träger direkt, ähnlich wie die Basidien der Rostpilze Puccinia Prainiana, P. Solidaginis, Barclayella). Bei der anderen Abtheilung der Brandpilze, den Tilletiaceen, bleibt der Conidienträger ungetheilt und bildet in kranzförmiger Anordnung (bei Tilletia) oder einzeln (Thecaphoreen) oder kettenförmig (bei Schroeteria) die Conidien, die häufig miteinander fusioniren („Kopulation" der älteren Autoren).

Wie Brefeld zuerst hervorgehoben hat, nehmen die Brandpilze ihre natürliche Stellung vor der Klasse der Basidiomyceten ein, als Hemibasidiomyceten, d. h. Formen, in denen die Ausbildung der Basidie beinahe, aber noch nicht ganz erreicht ist. In den Conidienträgern mit horizontalen Theilungen, also den früher sogenannten Promycelien der Ustilaginacei, ist die Basidie der Protobasidiomyceten beinahe, aber doch nicht ganz erreicht. Der Fruchtträger einzelner Formen behält sogar seine bestimmten Theilungen bei wie eine Basidie, z. B. bei Ustilago bromivora, Ustilago Vaillantii, aber dann ist, wenn dies auch geschieht, die Zahl der Sporen noch immer keine bestimmte geworden. In Nährlösungen werden dieselben endlos an den basidienähnlichen Trägern gebildet, die selbst auch bei Ustilago longissima und Ustilago grandis etc. in den Nährlösungen mit fortdauernder Sporenbildung grösser werden und so den anfänglichen Charakter der bestimmt getheilten Basidie, die aber noch nicht typisch geworden ist, wieder verlieren.

Bei den Tilletiaceen ist bereits die ungetheilte Basidie der Autobasidiomyceten angedeutet, aber die Conidienträger sind auch hier noch nicht zu der bestimmten Form und Sporenzahl einer ächten Basidie fortgeschritten. Bei Tilletia, Entyloma, Neovossia

Tubnrcinia keimen die Sporen mit köpfchenförmigen, den einzelligen Basidien ähnlichen Conidienträgern aus, ihre Mycelien dagegen bilden späterhin die Conidien nur einzeln und von Sichelform (während die der Köpfchen Fadenform haben); es sind hier also zweierlei Conidienformen, einfachere und höhere basidienähnliche, neben den Chlamydosporen vorhanden, wie dies in wenigen Fällen bei den ächten Basidiomyceten gleichfalls der Fall ist. — Neben den Arten, deren Chlamydosporen zu basidienähnlichen Conidienträgern auskeimen, giebt es eine kleine Zahl von solchen, deren Chlamydosporen bloss vegetativ zu Mycelien auskeimen (z. B. Ustilago neglecta, Ust. hypodytes, Ust. Hordei).

Die Chlamydosporen werden gemmenartig wie bei Chlamydomucor unter den Zygomyceten und bei Nyctalis und Obligoporus unter den Basidiomyceten gebildet. Die Aehnlichkeit der Ptychogasterfruktifikation des von mir entdeckten und als Polyporus Ptychogaster Ludw. beschriebenen Löcherpilzes mit den mächtigen Chlamydosporenlagern von Ustilago cruenta und Ust. Maidis ist eine so auffällige, dass ich die Umänderung des von mir gegebenen Speciesnamens des Löcherpilzes in Oligoporus (so nennt Brefeld die Polyporusarten mit Chlamydosporen) ustilaginoides Bref. berechtigt finde. Die Chlamydosporen der Basidiomyceten entsprechen vollständig dem Brandsporenlager der Ustilagineen. Obwohl die Chlamydosporen die typischen Fortpflanzungsorgane der Ustilagineen sind, hat doch die Chlamydosporen-Fruktifikation bei den Pilzen in den Brandsporen ihren Höhepunkt noch nicht erreicht, dies ist erst der Fall bei den den Protobasidiomyceten zugehörigen Rostpilzen. Während die Chlamydosporen bei den Ustilagineen nur in gleichartigen, einfachen, kleineren oder grösseren Lagern auftreten, treten sie bei den Rostpilzen auch noch in anderen, höher differenzirten Formen (bei den Aecidien in Form bestimmt umgrenzter und umhüllter Fruchtkörper) auf, die ähnlich wie Oidien und eigentliche Chlamydosporen bei den Basidiomyceten durch Spaltung aus einer Fruchtform entstanden sein mögen.

Wie bei den Rostpilzen die Teleutosporen, so geben auch hier die Dauersporen, die z. B. jenes bekannte schwärzliche Brandpulver der Haferrispe bilden, wichtige Kennzeichen bei der Bestimmung der einzelnen Arten ab, da sie die grösste morphologische Mannigfaltigkeit zeigen. Schon die einfachsten Formen der Gattungen Ustilago und Tilletia, deren Sporen isolirt in dem Fruchtlager vorkommen, bieten eine grosse Mannigfaltigkeit in Grösse und Form.

Man zeichne sich einmal in geeigneter Vergrösserung nach den folgenden Massen die Sporenformen einer der verbreitetsten Brandpilzarten (in Form von Kreisen oder, wo zwei Dimensionen angegeben sind, in Form von Ellipsen) in einander, um die Mannigfaltigkeit in der Grösse anschaulich zu machen: Ustilago hypodytes 4 μ (der ägyptische Ust. Phoenicis hat sogar nur Sporen von 3—3,5 μ Durchmesser), Ust. longissima 5 μ lang, 4 μ breit, Ust. bromivora 8 μ, Ust. flosculorum 9,5 μ, Tilletia striaeformis 11 μ, Ust. anomala und Ust. utriculosa 12 μ, Ust. Cardui 16 μ lang, 13 μ breit, Ust. Caricis 22 μ, Tilletia controversa 23 μ, T. separata 26 μ, U. Ornithogali 25 μ lang, 15 μ breit. Die Mannigfaltigkeit in der Form bezieht sich hauptsächlich auf die eigenthümliche Skulptur des gefärbten Epispors (Endospor und Inhalt sind farblos). Neben Arten mit ganz glatten Sporen finden sich solche, deren Sporen warzig, stachlig oder mit einem Netz von Leisten versehen sind. So besitzt die fast farblose Spore von Ust. utriculosa auf Polygonum lapathifolium sehr deutliche, schwarzblaue Leisten und Stacheln, U. anomala auf Polygonum dumetorum blassbraune Sporen mit einem sehr schwachen Netz. Die grosse Spore der Tilletia controversa ist stachlig, wie die des Ust. Cardui von einem weiten, wenigmaschigen Netz bedeckt, während die der Tilletia Holostei sehr zahlreiche und feine Maschen hat, welche der Spore fast das Aussehen eines facettirten Insektenauges geben. Die winzige Tilletia striaeformis besitzt nur sehr feine, aber deutlich hervortretende Stacheln, während z. B. Ust. echinata auf den Blättern des Bandgrases (Digraphis arundinaceae) derbe, dicke Stacheln trägt. Die Ustilagineensporen erinnern mit diesen verschiedenen Skulpturen sehr lebhaft an die Pollenkörnern der Blüthenpflanzen. Die Netzleisten gleichen bei manchen Arten z. B. denen der Pollenkörner von Cichorium etc. und genügen offenbar in beiden Fällen die Skulpturen denselben biologischen Anforderungen, nämlich der Verbreitung der Zellen von Pflanze zu Pflanze. Hier wie dort haben wir neben den glatten, leichten, anemophilen Zellen solche, die der Insektenverbreitung angepasst erscheinen. Für die Pollenkörner ist dies eine bekannte Thatsache, für die Ustilagineen ergiebt sich eine gleiche Deutung und zwar schon auf Grund statistischer Ergebnisse. Die leichten, glatten, zum Theil winzigen Sporen von Ustilago und Tilletia gehören überwiegend solchen Arten an, die sich offen an Stengeln, Blättern, Blüthenständen windblüthiger Pflanzen entwickeln, während die netzförmigen,

stacheligen, höckerigen Sporen an verdeckten Orten und besonders häufig in den Blüthenständen solcher Pflanzen gebildet werden, deren Blüthen durch die Vermittelung von Insekten bestäubt werden. So schmarotzen in den Antheren: Ustilago violacea (bei Sileneen), Ust. Holostei (bei Holosteum umbellatum), Ust. Scabiosae, Ust. intermedia, Ust. Succisae, Ust. Betonicae, Ust. major (bei Silene Otites), Ust. Soorzonerae, Ust. capensis etc., Ust. Pinguiculae Rostr., sie alle haben netzförmig angeordnete Leisten. Die Sporen des bekannten fleischfarbenen bis bräunlichen Brandpulvers in den Blüthenköpfen unserer Wiesenskabiose, Knautia arvensis, sind fein papillös; ebenso sind die in den Antheren und Ovarien von Gagea, Muscari (Ust. Vaillantii), Turnera (Ust. Urbaniana), Cerastium (Ust. Duriaeana), Scleria (Ust. Scleriae) etc. vorkommenden Arten warzig. Die pollenähnlichen Sporen treten ja dabei meist sogar an die Stelle der Pollenkörner und der ganze Lock- und Schauapparat der Blumen wird dann für den Pilz, anstatt für die Pflanze selbst, wirksam. In der Gattung Urocystis sind die eigentlichen Sporen von mehreren kleineren, steril gebliebenen, oft farblosen Sporen hüllenartig umgeben; biologisch erinnern dieselben an die Nebenzellen des Pinuspollens. Ob sie der Windverbreitung dienen, mag dahingestellt bleiben, jedenfalls finden sich diese Arten meist an Blättern, Stengeln etc., wo keine Insekten hinkommen (z. B. Urocystis Anemonis, Uroc. Colchici, Polycystis occulta etc.). Bei Sorosporium sind ebenso wie bei Tuburcinia (auf Trientalis und Paris) mehrere Sporen zu zusammenhängenden Ballen vereinigt. Bei Sphacelotheca (S. Hydropiperis auf Polygonum Hydropiper) sind die Sporen zu einem Fruchtkörper vereinigt, welcher eine helle Mittelsäule umgiebt und eine helle, ebenfalls aus rundlichen Zellen zusammengesetzte Wand besitzt. Bei Doassansia (z. B. D. Sagittariae) finden sich die Sporenballen von einer braunen Hülle dickwandiger Palissadenzellen umgeben, in den Athemhöhlen der Blätter. Die reichste Differenzirung der Fruchtkörper besitzt die Gattung Graphiola, deren Arten — die bekannteste G. Phoenicis findet sich auf den Dattelblättern — äusserlich an die Phacidiaceen unter den Ascomyceten oder an die Aecidien der Rostpilze erinnern, von denen sie aber schon durch die kohlschwarze, äussere Peridie (das Innere ist weisslich) unterschieden sind. Thatsächlich hat man Graphiola früher bald zu der Gattung Phacidium, bald zu Roestelia gestellt, bis Ed. Fischer den Pilz genauer untersucht und beschrieben hat. Bei ihr, wie bei den Gattungen Schizonella (Sch. melanogramma

auf Riedgräsern) und Schröteria (Sch. Decaisneana in den Früchten der Ehrenpreisarten) sind die Sporen zu zweien verbunden.

§ 140. Die Verbreitung der Brandkrankheiten über das Pflanzenreich ist keine so weite, als die der Rostkrankheiten. Man kennt von Brandpilzen erst etwa 400 Arten, während von Rostpilzen mehr als das Dreifache bekannt ist (von der einen Gattung Puccinia sind allein 500 Arten bekannt. Für Deutschland giebt Winter 86 Arten an. Wie von den Rostpilzen, werden auch von den Brandpilzen besonders die Gramineen, Cyperaceen etc. befallen; so beherbergt die Gattung Panicum allein 13 Arten (11 Ust., 1 Till.; 1 Tolyposporium), Andropogon 9 Arten (5 Ust., 2 Till., 1 Sorosporium, 1 Cerebella), Carex 13 Arten (6 Ustil., 2 Till., 1 Cintractia, 1 Sorosporium, 1 Tolyposporium, 1 Schizonella, 1 Urocystis), Juncus 9 Arten (4 Ust., 1 Cintractia, 2 Schinzia, 1 Tolyposporium, 1 Thecaphora). Zu den am meisten vom Brand heimgesuchten Pflanzenfamilien gehören die (auch von Uredineen sehr heimgesuchten) Polygoneen, von denen die Gattung Polygonum allein die folgenden Brandpilze beherbergt: Ustilago utriculosa(Nees)Tul., Ust. anomalaKze., Ust. austroamericana Speg. (Argentinien), Ust. ocrearum Berk. (Indien), Ust. emodensis Berk. (Asien und Queensland), Ust. Treubii Solms (Java), Ust. marginalis (Lk.) Lév., Ust. Bistortarum (DC.) Körn., (Finnmark), Sphacelotheca Hydropiperis (Schum.) De By. Die an Uredineen noch reichere Gattung Rumex besitzt 5 verschiedene Ustilagineen: Ust. Bistortarum (DC.) Körn., Ust. Warmingii Rostr., Ust. Parlatorei Fischer d. Waldh., Ust. Kühneana Wolff, Ust. Goeppertiana Schröt. Brandkrankheiten kommen auch sonst in den verschiedensten Familien vor, selbst den Kryptogamen, so Ustilago Osmundae Pck. auf dem Königsfarn in Nordamerika, Tilletia (?) Sphagni Nawasch. in den Sporenkapseln der Torfmoose, die er ganz erfüllt. Hier wurde der Pilz bisher für eine zweite Sorte von Torfmoossporen, die sogen. Microsporen, gehalten. Tuberculina (Cordalia) persicina (Ditm.) Sacc. schmarotzt häufig auf Uredineen, und zwar meist auf der Aecidienform, bei solchen Uredineen, die keine Aecidien bilden, auf der Uredoform. In vielen Fällen befallen die Brandpilze Stengel und Blätter (Ustilago Fussii Niessl. die Wachholdernadeln), häufig aber auch ganz bestimmte Organe ausschliesslich. So befallen viele die Früchte, die zuletzt völlig von dem Sporenpulver erfüllt werden. Ustilago Phoenicis Cord. bildet in den Datteln ein schwarzbraunes Pulver,

das nach Aufzehrung des Fruchtfleisches den Kern völlig umgiebt. Ustilago Ficuum Reich findet sich in Kleinasien in dem fleischigen Blüthenboden der Essfeige, Ficus Carica. (Auch Rostpilze, Uredo Ficus Cast., U. ficicola Spez. kommen auf der Essfeige vor.) Andere Ustilagineen bewohnen, wie bereits früher hervorgehoben wurde, die Staubgefässe und inneren Blüthentheile, so z. B. auch Paipalopsis Irmischiae Kühn die Blüthenorgane von Primula; noch andere finden sich ausschliesslich in den Wurzeln, so die Arten der Gattung Schinzia (Entorrhiza) die in den Wurzeln der Juncaceen eigenthümliche Anschwellungen, „Wurzelknöllchen“ verursachen. (Schinzia cypericola Magn. und Sch., Aschersoniana Magn. in den Wurzelanschwellungen von Juncus bufonius, Sch. Caspariana Magn. an Wurzelanschwellungen von Juncus Tenageia, Sch. digitata Lagerh. auf Juncus articulatus). Wahrscheinlich werden auch die Wurzelanschwellungen von Juncus squarrosus, J. uliginosus, Eriophorum etc. durch Pilze dieser Ustilagineengattung verursacht. Hierher gehört ferner Urocystis Orobanches (Fr.) Fisch. an den Wurzeln der Orobancheen und U. (?) Monotropae (Fr.) Fisch. in denen von Monotropa, Ustilago marina Dur. in den Wurzeln von Binsen (Scirpus parvulus, Ust. hypogaea Tul. in der Wurzel von Linaria spuria. Entyloma Aschersonii und E. Magnusii bilden am Wurzelhals und unteren Stengel von Helichrysum, Gnaphalium rübenartige oder gallenartige Auswüchse. Bei den Schinziaarten etc. scheint mir nach der weiten Verbreitung und dem kräftigen Aussehen der befallenen Pflanzen ein symbiotisches Verhältniss wahrscheinlich.

§ 141. Die Brandpilze sind ächte Parasiten und als solche an ganz bestimmte Wirthspflanzen gebunden, auf denen sie ihre charakteristischen Sporenlager, in selteneren Fällen (Entyloma, Tuburcinia) noch besondere schimmelartige Conidiengenerationen zur Entwicklung bringen; erst Brefeld ist es gelungen, nachzuweisen, dass dieselben auch ausserhalb der Nährpflanze eine sehr üppige Vegetation zu bilden vermögen, die man ihrer abweichenden Formgestaltung wegen bisher zu den Hefen und anderen Pilzformen gerechnet hat. In Pflaumendekokt und anderen Nährlösungen (hauptsächlich auch in sterilisirtem Mist) kommen alle Brandsporen, deren Keimung im Wasser bisher nur sehr unvollkommen oder gar nicht zu Stande kam, zu üppiger charakteristischer Entwicklung. Die Keimschläuche erzeugten meist Conidiensprossungen in unerschöpflicher Fülle, die erst wieder zu Mycelien auswuchsen,

wenn die Nährlösung erschöpft war. Die Conidien waren von bestimmter Form und Grösse, aber von charakteristischer Eigenart für die einzelnen Formen der Brandpilze. Sie wurden bei einer Anzahl von Formen unter Flüssigkeit gebildet, so bei Ust. Carbo, Ust. cruenta, Ust. Maidis, die als Flug-, Hirse- und Beulenbrand bekannt sind, bei anderen, z. B. bei dem Steinbrand des Weizens, Tilletia Caries, dagegen über der Flüssigkeit in Luft. Bei diesem Pilz und Verwandten wuchsen weiterhin in Nährlösungen aus den Conidien der Sporenkeimung grosse, reich verzweigte Mycelien aus, welche als seitliche, kurze Austreibungen wieder dieselben Conidien in unbegrenzter Fülle hervorbrachten, es entstanden förmliche Schimmelrasen. Bei den erstgenannten, unter Flüssigkeit gebildeten Conidien verlief die Weiterentwicklung nicht schimmelähnlich, vielmehr vermehrten sich die an dem kurzen Keimfaden der Brandsporen gebildeten Conidien bestimmter Grösse und Form in eben dieser Grösse und Form durch direkte Aussprossung an beiden Enden in rapider Art ins Endlose. In der Nährlösung kam nie etwas Anderes zum Vorschein, als diese Hefesprossung, ein Beweis, dass das in Reinkultur fortgesetzte Auftreten derselben Sprosspilzform noch nichts über die spezifische Selbständigkeit dieser Form entscheiden kann. Abgesehen von diesen Formen der Brandpilze, die gleich der Tilletia grosse Mycelien mit Conidien oder gleich Ustilago Carbo Conidien in Hefeform in unendlicher Sprossung bilden, giebt es nun noch weitere Formen, welche an den Fruchtträgern der auskeimenden Brandsporen, den „Promycelien“, Conidien bilden, die nicht direkt sprossen, sondern immer wieder zu neuen Conidienträgern auswachsen; so ist es bei Ustilago longissima auf Poa aquatica, Ust. grandis auf Phragmites communis mit vielzelligen und bei Ust. bromivora mit zweizelligen (basidienähnlichen) Conidienträgern. Endlich finden sich noch, wie früher erwähnt wurde, Formen, deren Brandsporen in Nährlösungen nur zu sterilbleibenden Mycelien auswachsen, z. B. Ustilago Crameri und Ust. hypodytes.

Die saprophytische Aufzucht der Brandpilze durch Brefeld ist ein ausserordentlich wichtiger Fortschritt gewesen. Weiss man doch nunmehr, dass es nicht genügt, wenn man die brandigen Stoppeln von den Feldern beseitigt und das Saatgetreide desinficirt, dass vielmehr auch jene saprophytischen Entwicklungsglieder im Dünger etc. zu beobachten sind.

Brefeld hat an mehr als 40 Arten von Brandpilzen die sapro-

phytische Entwicklung und die Infection von den saprophytischen Entwicklungsgliedern aus untersucht. Er fand hierbei einmal, dass die Fähigkeit der Conidien, Keimschläuche zu bilden (die zum Eindringen in die Nährpflanze unentbehrlich sind) und von Neuem eine parasitische Lebensweise anzufangen, bei fortgesetzter saprophytischer Sprossvermehrung (Hefebildung) allmählich abgeschwächt wird und schliesslich ganz verloren geht, und dann zweitens, dass die Infection nur an bestimmten Theilen der ausersehenen Nährpflanze vor sich geht und von Erfolg begleitet ist. Es sind dies nur die ganz zarten jugendlichen Organe. Bei den Pflanzen, die wie der Mais an allen jugendlichen Theilen vom Brand befallen werden können, gelingt an solchen die Infection ohne Weiteres, die betroffenen Stellen werden direkt brandig, der Pilz wächst aber nicht in die anderen Theile hinein, so dass diese von der Krankheit verschont bleiben. Anders verhielt sich der Flugbrand des Hafers und des Hirse. Hier gelang die Infection nur an ganz jungen Pflanzen (am besten, wenn man die Samen in einer mit den Pilzkeimen versetzten Mischung von Erde und Dünger keimen liess). Nur im ersten Keimstadium vermögen die Pflanzen die Pilzkeime aufzunehmen, später werden sie gegen die Krankheit „immun". Die Infection gelingt dann selbst nicht, wenn man die ganze Stammspitze mit den Pilzkeimen besprengt; die letzteren dringen zwar ein, kommen aber im Inneren nicht zu weiterer Entwicklung, da sie die eigentliche Vegetationsspitze, wo die Rispe gebildet wird, nicht mehr erreichen können und doch in letzterer allein der Brand zum Vorschein kommt. Die Keime jedoch, welche in die Axe ganz junger Pflanzen etwas oberhalb des Wurzelknotens eindringen, wachsen im Innern des Stengels fort, wobei die Pflanze äusserlich gesund aussieht, bis plötzlich nach einer Incubationszeit von 4 Monaten der Brand zur Entwicklung kommt.

Die Keimfähigkeit bleibt bei den Chlamydosporen der Brandpilze sehr lange erhalten. Hoffmann fand dieselben bei dem gemeinen Getreideflugbrand nach 31 Monaten, bei Ust. destruens nach 3½ Jahren, bei Ust. Maidis und Tilletia nach 2 Jahren noch keimfähig, und nach neueren Untersuchungen erwiesen sich Brandsporen noch nach 8½ Jahren keimfähig.

§ 142. Die Wirkungen der Brandpilze auf ihre Nährpflanze sind sehr mannigfaltige (vgl. die Bildung der Cellulosehüllen um Mycelien, s. bei dem Flugbrand der Getreidearten, ferner vgl. Ustilago Treubii). Ausser den zerstörenden Wirkungen, der Bildung von Gallen etc. sind von besonderem Interesse eine Reihe von Einwirkungen auf die Sexualorgane der Pflanzen, die von Giard als „castration parasitaire“ bezeichnet worden sind. Ustilago violacea, die in den Staubbeuteln die Stelle der Pollenkörper einnimmt, bewirkt bei den weiblichen Stöcken der Nachtlichtnelke (Lychnis dioica) ein Auftreten der Staubgefässe, macht also die diöcische Pflanze hermaphrodit. Umgekehrt bewirkt Ust. Caricis (urceolorum) bei Carex praecox, Tilletia Buchloëana Kell. et Sw. bei Buchloë dactyloides in den männlichen Blüthen die Bildung weiblicher Samenknospen. Ebenso verursacht Ust. Andropogonis Kellerm. et Sw. bei Andropogon provincialis, wo neben sitzenden Zwitterblüthen gestielte männliche Blüthen vorkommen, in letzteren die Entwicklung von Ovarien. (Giard vergleicht dieses Auftreten von Ovarien durch das Pilzmycel mit der Ovarienentwicklung unter der Einwirkung des Pollenschlauches bei Orchideen). Ust. Vaillantii Tul. hindert nach Grognot bei der Schopfhyacinthe (Muscari comosum) die Ausbildung des Schopfes. Merkwürdig ist weiter die Einwirkung der Thecaphora hyalina auf Convolvulus arvensis, wo sie einen Blüthenpolymorphismus erzeugt. Ed. Heckel hat hier die eigenthümliche Beobachtung gemacht, dass das Auftreten des Blüthenpolymorphismus und das Vorkommen des Brandpilzes (Thecaphora) in den verschiedensten Gegenden Frankreichs an die Anwesenheit einer Spinne, Thomisus onustus gebunden ist, welche die Bestäubungsvermittler tödtet. Es bleibt hier keine andere Erklärung, als dass die durch die Spinne der Bestäubungsvermittler beraubte und zur Selbstbefruchtung gezwungene Pflanze durch Inzucht geschwächt und so dem Pilzparasiten zugänglich wird, der jene Umänderung der Blüthe bewirkt. Bei Saponaria officinalis hat Giard in Nordfrankreich beobachtet, dass unter der Wirkung von Ustilago saponariae eine Füllung der Blüthe eintritt. — Bei Hypericum werden Umgestaltungen der Sexualtheile (castration parasitaire) in ähnlicher Weise wie hier durch Brandpilze hervorgerufen durch den Mehlthaupilz Erysiphe Martii Lév., ferner auch durch die Hartheumücke (Cecidomyia hyperici); die Umgestaltungen der Vegetationsorgane sind jedoch bei der Einwirkung der Mücke andere als

bei der des Pilzes. (Auch bei Verbascum und Scrofularia verursacht eine Mücke Cecidomyia Verbasci Vall. Castration.)

Uebersicht der einheimischen Brandpilzgattungen.

§ 143. Bei der Keimung entstehen kurze, begrenzte, quergetheilte Conidienträger von der Form der Protobasidien (Basidiomyceten) mit Conidienbildung an den Scheidewänden oder an den Enden: Familie Ustilaginacei.

Sporen einzeln.

Sporenmasse ohne besondere, von den Pilzelementen gebildete Hülle: Ustilago.

Sporenmasse zu einem Fruchtkörper vereinigt, von einer durch sterile Pilzelemente gebildeten Hülle umschlossen: Sphacelotheca.

Sporen zu zwei zusammenhängend: Schizonella.

Sporen in grösserer Zahl zu Sporenballen vereinigt: Tolyposporium.

Bei der Keimung entsteht ein ungetheilter Conidienträger (nach Art der Autobasidien) mit endständigen Conidien: Familie Tilletiacei.

Conidienträger zu mehreren kranzförmig an den Enden der Träger:

Sporen einzeln, einfach.

Chlamydosporen in den Enden fruchttragender Aeste gebildet, eine staubige oder schmierige Masse bildend: Tilletia.

Chlamydosporen intercalar an beliebigen Stellen des Mycels gebildet. Sporenmasse nicht staubig.

Sporenmasse in schwieligen oder beutelförmigen hellen bis rostbraunen Anschwellungen: Entyloma.

Sporenmasse schwarz, in weitverbreiteten, flachen Lagern: Melanotaenium.

Sporen zusammengesetzt oder zu Sporenballen vereinigt.

Sporen aus einer oder wenigen Centralsporen von dunklerer Färbung und einer Hülle aus kleineren, sterilen, helleren Zellen: Urocystis.

Sporenballen aus gleichartigen Sporen bestehend:

Ohne besondere Hülle: Tuburcinia.

Von einer Lage unfruchtbarer Zellen umhüllt: Doassansia.

Conidien einzeln (oder kettenweise) an dem Ende der Träger gebildet.

Sporen zu zwei vereinigt: Schröteria.

Sporen zu mehreren fest zu einem Ballen vereinigt: Thecaphora.

Ohne Conidienträger. Mit Sporenballen: Sorosporium.

An diese Gattungen schliessen sich einige Gattungen an, deren Stellung bei den Ustilagineen zum Theil zweifelhaft ist: Schinzia (Paipalopsis), Tuberculina, Graphiola, Cerebella und die ausländischen Gattungen Burrillia und Cornuella. Das Mycel von Schinzia (Sch. cypericola [Näg.] Magnus, Sch. Aschersoniana Magn., Sch. Casparyana Magn. und Sch. digitata v. Lagerh.) lebt in den Periblemzellen der Wurzeln der Cyperaceen und Juncaceen, wo es bis 1 cm grosse Anschwellungen bildet. Die grossen Chlamydosporen werden an den Enden von Seitenverzweigungen gebildet, haben dickes, glattes oder warziges Epispor und liegen einzeln oder zu mehreren in der Nährzelle. Bei der Keimung entstehen dünne Keimschläuche, die am Ende und unterhalb der Spitze kleine, sichelförmige Conidien bilden. Paipalopsis hat ein intercellulares Mycel, das unter der Oberhaut kleine Lager bildet, von denen sich Conidienträger über die Epidermis erheben, die an ihren Enden 2—3 kuglige, weissstaubige Sporen kettenförmig abschnüren. Paipalopsis Irmischiae Kühn verursacht einen blassen, mehligen Ueberzug in den Blüthen von Primula und bildet farblose, glatte Sporen, 3—6 μ im Durchmesser, die beim Keimen einen dünnen Keimschlauch bilden, dessen Spitze sich abgliedern, auskeimen und Conidien bilden kann. Nach Rostrup ist Paipalopsis nur Conidienform von Sorosporium Primulae. Auf Primula findet sich noch Ustilago Primulae v. Wettst. und Urocystis primulicola Magnus. Bei der verwandten Gattung Tuberculina werden an der Spitze aufrechtstehender Hyphen kuglige, glattwandige Conidien (?) abgeschnürt, die bei der Keimung einen aufrechten, verzweigten Conidienträger mit sichelförmigen Conidien an den Astenden bilden. Die Gattung bildet einen Uebergang zu den Tremellineen. T. persicina (Ditm.) Sacc., auf der Aecidien-

form verschiedener Uredineen schmarotzend, T. maxima Rostr. auf Peridermium Strobi, T. vinosa Sacc. auf Roestelia. Die Gattung Graphiola (Graphiola Phoenicis [Moug.] Poiteau auf Phoenix dactylifera, kommt bei uns in Palmenhäusern vor) bildet kleine rundliche, aus der Blattsubstanz hervorbrechende Fruchtkörper (1—1,5 mm breit, 0,5 mm hoch), welche bei oberflächlicher Betrachtung einem Ascomyceten, Phacidium oder dergl. gleichen, eine äussere hornartige schwarze Peridie, zartes, farbloses inneres Peridium haben, welches sporenbildende Hyphen und gelbe, sterile Hyphen enthält. Letztere heben, wenn die Peridie aufgebrochen, die gelbe Sporenmasse empor und ragen selbst säulenförmig hervor. Die sporenbildenden Hyphen werden durch Quertheilung in einzelne kurze Glieder getheilt, aus deren obersten Zellen hervorsprossen, die durch Zweitheilung die Sporen bilden. Letztere bilden bei der von E. Fischer beobachteten Keimung ein fadenförmiges Mycel oder spindelförmige Conidien. Eine zweite Art ist Graphiola congesta Berkl. Rav. auf Chamaerops Palmetto. Zweifelhafte Arten sind G. compressa Fisch. auf Ch. humilis und G. disticha Lév.

Vielleicht nur eine saprophytische Entwicklungsform einer Ustilaginee (der Oelpflanzen?) stellt der von O. Kirchner im Mohnöl (und Sesamöl) entdeckte Elaeomyces Olei Kirchn. dar, welcher mit sichelförmigen, beidendig zugespitzten Bakterien (?) zusammen eine Trübung des Oeles der Oelfabriken trotz sorgfältigster Behandlung erzeugt und das Oel zum Verkauf untauglich macht. Im Oel selbst zeigt der Pilz nur hefeartige Sprosszustände, wenn aber das Oel zu trocknen beginnt und (an den Wänden der ausgeleerten Kulturgefässe) mit der Luft in Berührung kommt, so rücken die benachbarten Pilzzellen dicht zusammen und verwachsen zu einschichtigen Zellkomplexen. Der grösste Theil der Zellen wird allmählich inhaltsarm oder ganz leer, während einige wenige Zellen in dem Komplex anschwellen, sich abrunden und zu dickwandigen, braunen Sporen werden, die in reifem Zustand citronenförmig rundlich oder in die Länge gezogen, meist mit einigen abgeplatteten Stellen versehen, 4—6 μ breit, 8 μ lang sind. Die entleerten Zellen gehen zu Grunde. Die Keimung der Sporen ist nicht beobachtet worden. — Einen eigenthümlichen Brandpilz hat Cunningham als Rhamphospora Nymphaeae beschrieben, die auf den Blättern von Nymphaea stellata, N. Lotus und N. rubra in Indien vorkommt. Morphologisch und biologisch steht derselbe einem Entyloma nahe, die Chlamydosporen entstehen jedoch unter dem Ende der Spitze der sporen-

tragenden Zweige, und haben in reifem Zustand daher einen schnabelförmigen Fortsatz, der hohl, anfangs plasmahaltig ist, später aber solid wird und in das Epispor aufgeht. Der Conidienträger bildet nicht direkt am Ende einen Conidienkranz, sondern erst einen Kranz septirter Zweige, die dann ihrerseits die Conidien hervortreiben. Letztere fusioniren von Zweig zu Zweig.

Die Gattung Cintractia, deren Arten anfänglich zu Ustilago gestellt wurden, unterscheidet sich durch ein bleibendes Mycel, welches, in dem centralen Theil der Stiele und anderer befallener Organe farblos fädig, an der Oberfläche ein kompaktes, gallertiges, sporenerzeugendes Stroma bildet. Cintractia axicola (Berkl.) Trel. auf Fimbristylis etc. wurde auf Cuba, in Australien, C. Junci (Schwein.) Trel., C. Avenae Ell. et Tracy auf Avena elatior in Nordamerika gesammelt. Auch auf Linaria findet sich eine Cintractia.

I. Ustilaginacei mit quergetheiltem Conidienträger.
Ustilago, Flugbrand.

§ 144. Ustilago Treubii Solms-Laubach. Unter den wenigen auf Java vorkommenden Brandpilzen — Graf zu Solms-Laubach beobachtete deren nur acht — ist diese auf Polygonum chinense wachsende Art dadurch von biologischem Interesse, dass sie auf der Nährpflanze in ihren verschiedenen Entwicklungszuständen zweierlei Gallen erzeugt: Krebsgallen und sporenbergende Fruchtgallen, und dass bestimmt zu der Nährpflanze gehörige Zellen eine Umprägung zu Gunsten des Parasiten zeigen, indem sie zu einem sporenbeschützenden und sporenzerstreuenden Capillitium werden. Auf den 2—3 jährigen Aesten verursacht der Pilz in grösserer Zahl bei einander stehende, fleischig saftige, leicht brechende Auswüchse mit cylindrischem, verbogenem Stiel, der sich oberwärts nagelkopfähnlich verbreitert und mit flachgewölbter, glatter Scheitelfläche schliesst. Der Stiel ist röthlichbraun, die obere Fläche durch die durchschimmernden Chlamydosporen dunkel bis trüb violett. Das Mycelium findet sich ausschliesslich in den Auswüchsen und bildet ausschliesslich unter der Oberfläche des Köpfchens die Sporen. Bei der Sporenbildung werden palissadenartig neben einander stehende Säulen von Parenchymzellen von einander isolirt, zwischen denen die Sporen liegen. Bei der Sporenreife reisst die obere Schicht der Auswüchse unregelmässig, die parenchymatischen Säulen treten als capillitiumähnliches Fadengeflecht hervor, das die Ausstreuung der Sporen erleichtert und dieselben, die sonst bei

Regen sofort keimen und sich nicht weiter verbreiten würden, vor Benetzung schützt. — Das Cambium der Aeste wird ausserdem zur Bildung abnormen Holzes angeregt und erzeugt in- und auswärts nachher nur dünnwandiges Parenchym. In diesen vegetativen Krebsgallen werden keine Sporen gebildet. Die Sporen sind klein (4 μ) und erzeugen bei der Keimung meist einen kurzen einzelligen Conidienträger mit wenigen terminalen oder seitlich an der Spitze entstehenden Conidien.

Die Flugbrandarten der Getreidepflanzen.

Der Flug-, Staub-, Russ- oder Nagelbrand der Getreidearten wurde früher als Ustilago Carbo beschrieben, doch haben Brefeld, Rostrup, Kellermann, Swingle u. A. dargethan, dass unter diesem Namen mindestens fünf verschiedene Arten vermengt worden sind. Rostrup unterscheidet folgende Arten:

Ustilago Hordei Bref. Die befallenen Aehren werden in ein schwarzes Pulver mit olivenbraunem Schimmer verwandelt, das rasch vom Wind verweht wird. Chlamydosporen fein punktirt, rauh, kurz ellipsoidisch oder kuglig. Bei der Keimung wird eine lange, gegliederte Hyphe gebildet, die keine Conidien abgliedert. Die Sporenreife fällt mit dem Blühen der Gerste zusammen; wahrscheinlich fallen dann die Sporen in die Blüthen und senden im Frühjahr bei der Keimung der Körner eine Keimhyphe in den Keim. Die Keimschläuche müssen in letzteren eindringen. Die gewöhnliche Behandlung mit Kupfervitriollösung hat bei dieser Art keinen Erfolg.

Ust. Jensenii Rostr. ist in Dänemark sehr verbreitet an Hordeum distichum. Spelzen und Pericarp schliessen die schwarzbraune Sporenmasse ein, werden aber selbst nicht verzehrt. Die Chlamydosporen sind kahl, rund oder stumpfkantig, polyëdrisch und erzeugen bei der Keimung eine ziemlich dicke, 3—4 gliedrige Basidie, die an den Gliedern Conidien bildet. Die gewöhnlichen ungeschälten Gerstenkörner werden von den Sporen inficirt, daher ist hier die Behandlung mit Kupfervitriollösung sehr wirksam.

Ust. Avenae (Pers.) Rostr., welcher im Hafer sehr verbreitet ist, gleicht der Ust. Hordei, unterscheidet sich aber durch die Keimung und zeigt sich auch bei Infectionsversuchen specifisch verschieden. Die Sporen sind fein punktirt, kuglig oder kurz eiförmig und erzeugen bei der Keimung einen gegliederten basidienähnlichen Conidienträger mit Conidien und häufig mit schnallenähnlichen Fusionen.

Ust. perennans Rostr. kommt in den Rispen von Avena elatior vor, ist der vorigen ähnlich; das Mycelium perennirt aber im Rhizom. Die Sporen sind kuglig, kahl oder sehr schwach rauh. Conidienträger an den Querwänden stark eingeschnürt. Die Conidien, welche an letzteren entstehen, wachsen nach dem Freiwerden in der Nährlösung bedeutend und erzeugen durch hefeartige Sprossung an jedem Ende 1—2 Conidien.

Ust. Tritici (Pers.) Jensen kommt hie und da auf Weizen vor, gleicht der Ust. Hordei am meisten, die lose, schwarze Sporenmasse hat aber einen helleren gelbgrünen Schimmer. Die Sporen sind kuglig, heller als bei den verwandten Arten und rauher. Die Keimung ist ähnlich wie bei Ust. Hordei, doch ist die Keimhyphe ungegliedert.

Kellermann und Swingle unterscheiden, unabhängig von Rostrup, von dem amerikanischen Getreideflugbrand gleichfalls Ustilago Hordei (Pers.) Kellerm. et Sw., „the covered Barley Smut“ (wohl mit der Brefeld'schen Art identisch); Ust. nuda (Jens.) Kellermann et Swingle 1889 „the naked Barley Smut“, welchem Namen vor dem Rostrup'schen (1890) die Priorität zukäme; Ust. Tritici (Pers.) Jensen „the loose Smut of Wheat“ und Ust. Avenae (Pers.) Jensen „Oat Smut“, der 1888/89 um Manhattan 11 $^{1}/_{3}$ % der Halferernte zu nichte machte und einen Schaden von jährlich über eine Million Dollar im Staate verursachte. Von ihm wird noch als neue Varietät Ust. Avenae var. laevis Kellerm. et Sw. unterschieden. Ausser durch Kupfervitriollösung wird in Amerika der Brandkrankheit vielfach vorgebeugt, indem man die Saatkörner 15 Minuten in Wasser von 56° C. einweicht. Doch dürfte nach den früheren Erörterungen in Gegenden, welche vom Brand heimgesucht werden, eine besondere Beachtung der Vernichtung der Stoppeln und Sterilisation des Düngers zuzuwenden sein. Von natürlichen Feinden der Brandpilze, insonderheit des Haferbrandes, die jedoch von geringer praktischer Bedeutung sind, sind in Amerika beobachtet worden: Fusarium Ustilaginis Kellerm. et Sw. (vergl. die Feinde der Rostpilze), „the white Mould“; Macrosporium n. sp. „the black Mould“; eine Bakterienart (Blight, Bacterial Disease); von Insekten Phalacrus sp. (Ph. politus oder penicillatus) und Brachytarsus variegatus Say.

Von Flugbrandarten sei ferner genannt der Hirsebrand, Ustilago destruens Duby, der eine schwarze, staubartige Masse in der noch eingeschlossenen Rispenähre der Hirse bildet. Auf der

in Deutschland hie und da kultivirten Bluthirse kommen zwei Brandpilze Ust. Rabenhorstii Kühn und Ust. pallida Körn. vor, während die in Südeuropa gebaute Kolbenhirse (Setaria italica) oft in grösster Ausdehnung von Ust. Crameri Körn. zu leiden hat. Ust. Sacchari Rbh. ruft auf Java eine Brandkrankheit des Zuckerrohres hervor. — Der Maisbrand Ust. Maydis Lév. ist besonders bemerkenswerth, nicht allein des grossen Schadens wegen, den er der Maiskultur zufügt, sondern auch der ungewöhnlich umfangreichen Hypertrophieen wegen, die er an der Maispflanze erzeugt. Er tritt fast nur an den weiblichen Maispflanzen auf, deren Blüthenstände zu mächtigen Beulen von Kinderkopfgrösse anschwellen, die von dem schwarzen Sporenpulver erfüllt werden. Ust. Fischeri Pass. auf derselben Nährpflanze stellt sich später ein, wenn die Körner bereits fast ausgebildet sind, und zerstört die Spindel der Maiskolben. Ust. Schweinitzii Tul. in den Maiskolben besitzt ein Epispor mit deutlichen Stacheln. Auf der Moorhirse im südlichen Europa wird der Blüthenstand durch Ust. Tulasnei Kühn in ein schwarzes Pulver umgewandelt. Sehr selten zerstört der Roggenbrand Ust. Secalis Rabenh., der sich auf die Körner beschränkt, die er mit Sporenpulver füllt, die Roggenkörner. Bei den Flugbrandpilzen der gewöhnlichen Getreidearten, wie bei dem Maisbrand, Roggenstengelbrand und einigen anderen Brandpilzen werden die Mycelfäden zuweilen seitens der Nährpflanze von einer besonderen Cellulosescheide umgeben.

Staubbrandarten der Gräser und Sauergräser etc.

Auf den Schwadenarten (Glyceria) findet sich bei uns wie auch in Amerika Ustilago longissima (Sow.) Tul., welche auf der Oberseite der Blätter in parallelen Streifen olivenbraunes Sporenpulver erzeugt (Sporen glatt, 5 μ lang, 4 μ breit). Auf demselben Gras wie auch auf Quecken (Triticum repens), Reihgras (Calamagrostis), Sandhaargras (Elymus arenarius), Schilfrohr (Phragmites communis) bildet an Halmen und zwischen ihnen und der Blattscheide Ust. hypodytes (Schlecht.) L. weit verbreitete, schwarze, olivenbraun schimmernde Ueberzüge (Sporen 3—6 μ lang, 3—4,5 μ breit). Ust. grandis Fr. (mit hellbraunen Sporen, 10—12 μ lang, 7—10 μ breit) erzeugt an dem Halm des Schilfrohres Anschwellungen, die sich oft auf mehrere Internodien erstrecken. Die Halmknoten erscheinen als tiefgehende Einschnürungen, die peripherischen Zellschichten des Halmes erscheinen als derbe, lederartige, blassbräunliche

Hülle, so dass der ganze Halm grosse Aehnlichkeit mit den übereinander stehenden Kolben des Rohrkolbens (Typha) erlangt. Die Blüthentheile des Bartgrases (Andropogon Ischaemum) werden bei uns durch Ust. Ischaemi Fckl. zerstört. Aus Amerika sind auf den Andropogonarten noch folgende Flugbrandpilze bekannt: Ust. Andropogonis Kellerm. et Sw., Ust. Brunkii Ell. et Gall., Ust. Nealii Ell. et And. und Sorosporium Ellisii Wint., Ust. culmiperda Schröt. und Ust. Macruri Schröt. Aus Australien ist von Amphipogon strictus und Neurachne alopecuroides Ust. Tepperi Ludw. bekannt. (Im Ganzen sind bis jetzt aus Australien erst 15 Brandpilze, darunter 9 Ustilagoarten, bekannt geworden.) Weite Verbreitung (Europa, Amerika, Australien) hat die in den Blüthentheilen der Trespenarten (Bromus) auftretende Ust. bromivora (Tul.) Wint., deren dunkelbraune Sporen (11—12 μ lang, 6—11 μ breit) meist dicht mit kleinen Papillen besetzt sind. Ust. echinata Schröt. auf dem Bandgras, Digraphis arundinacea, besitzt braune Sporen (17,5 μ lang, 12—15 μ breit), die dicht mit grossen, abgerundeten Nadeln besetzt sind. Die Sporenlager bilden auf den Blättern lange, schwarzbraune Striche. Amerikanische Grasbrände sind z. B. noch Ust. viridis Ell. et Ev., ein Pilz, der ebenso wie die auch in Deutschland einheimische Ust. neglecta Niessl auf Setaria vorkommt, Ust. diplospora Ell. et Ev. (wie auch Cerebella Paspali Cke. et Mass. = Longloisia tremelloides Ell. et Kell.), Ust. sphaerogena Burr. auf Panicum, Ust. Cesatii Fisch. Wald. auf Cenchrus, Panicum etc., Ust. spermophora B. et C. auf Eragrostis, Ust. Montaniensis Ell. et Holw. auf Mühlenbergia, Ust. (?) Gynerii Kze. auf Gynerium, Ust. Hilariae Ell. et Trac. auf Hilaria, Ust. Vilfae Wint. auf Sporobolus, Ust. Boutelouae Kellerm. et Sw. und Ust. Hieronymi Schröt. auf Bouteloua, Ust. Buchloïs Ell. et Tracy auf Buchloë dactyloides, Ust. Uniolae Ell. et Ev. auf Uniola gracilis. Auf Binsen und Riedgräsern etc. werden die Fruchtknoten durch Ust. Caricis (Pers.) Fckl. zu rundlichen, schwarzen, festen und harten Körpern umgewandelt (Sporen 12—24 μ lang, 7—18 μ breit), während bei Ust. olivacea (DC.) Wint. die Sporenmasse (Sporen 5 bezw. 6—16 μ lang, 3,5—5,5 μ breit) mit langen Fäden gemischt aus dem Utriculus (urceolus) heraus leicht verstäubt. In Australien kommen Ust. Mülleriana Thüm. in den Samen von Juncus planifolius, Ust. marmorata Berk. auf Blättern von Isolepis prolifera, Ust. solida Berk. auf Schoenus nuberbis vor. In Amerika noch Ust. subinclusa Körn. auf Carex. — Bei den

Simsen (Luzula) kommt im Fruchtknoten Ust. Luzulae Sacc. (s. auch Urocystis) vor. Die davon befallene Nährpflanze bleibt oft kleiner als die gesunde, ist daher (wenigstens bei Luzula spadicea) schon von Weitem kenntlich.

Andere Vorkommnisse von Flugbrand.

Nach Winter's Kryptagamenflora von Deutschland findet sich in den Blüthentheilen der Nelkengewächse Ustilago violacea (Pers.) Tul. bei Dianthus superbus und D. Carthusianorum, den Arten von Silene und Lychnis, Stellaria graminea und Malachium aquaticum, kann also von diesen wildwachsenden Caryophyllaceen auf die Gartennelken und Lichtnelken übertragen werden; Ust. major Schröt. bei Silene Otites, Ust. Holostei De By. auf Holosteum umbellatum, Ust. Duriaeana Tul. auf Cerastium arvense. Bei Kardengewächsen Ust. Scabiosae Sow. (Ust. flosculorum) bei Knautia, Ust. flosculorum (DC.) Wint. bei Knautia und Scabiosa. Bei Korbblüthlern Ust. Cardui Fisch. Waldh. an den Blüthen von Carduus, Silybum, Ust. Tragopogonis (Pers.) Schröt. auf Tragopogon (Blüthe), Ust. Scorzonerae (Alb. et Schr.) Wint. auf Scorzonera (Blüthe). Bei Labiaten Ust. Betonicae Beck. auf Betonica Alopecurus (Blüthe). Bei Liliengewächsen Ust. Tulipae (Rbh.) Wint. auf Tulipa, Ust. Ornithogali Schmidt et Kze. in den Blüthen von Ornithogalum und Gagea, Ust. Vaillantii bei Gagea lutea, Scilla bifolia, Muscari comosum. Bei Araceen Ust. plumbea Rostr. an Arum maculatum, Ust. Urbaniana Fischer bei Turneraceen (Rio de Janeiro), Ust. cingens Beck. auf Linaria genistifolia, Ust. Oxalidis Ell. et Tracy auf Oxalis corniculata.

Schizonella.

Die Chlamydosporen werden bei dieser Art reihenweise in den Fruchthyphen gebildet, sind anfangs durch eine Scheidewand getrennt, zerfallen darauf aber in zwei lose verbundene Zellen, deren jede wie bei Ustilago keimt.

Schizonella melanogramma (DC.) Schröt. bildet in den Epidermiszellen der Blattoberseite kleine zusammenhängende strichförmige Lager auf Carex rigida und C. ericetorum.

Schizonella subtrifida Ell. et Ev. in den Blüthenköpfen von Cirsium ochrocentrum in Colorado, Schizonella Cissi (DC.) Schröt.

verursacht in Brasilien mächtige Hexenbesen auf Cissus, dessen Sprossen bis zur Unkenntlichkeit umgeformt sind.

Tolyposporium.

Die Fruchthyphen sind knäuelartig verbunden und bilden Ballen gleichartiger festverbundener und durch gegenseitigen Druck polyëdrischer Chlamydosporen, deren Keimung wie bei Ustilago einen quergetheilten, basidienartigen Conidienträger mit seitlicher Sporenbildung liefert.

Tolyposporium Junci (Schröt.) Wor. bildet in Fruchtknoten, Blüthenstielen und Halmen von Juncus bufonius etc., feste, 1—2 mm dicke und bis 4 mm lange gallenartige Auftreibungen. Sporenballen 10—80 μ lang, bis 50 μ breit, aus 50 und mehr dunkelolivenbraunen Sporen zusammengesetzt, 11—17 μ lang, 7—14 μ breit. Conidienträger 8zellig, an den Scheidewänden und am Ende meist 2—4 spindelförmige gekrümmte Conidien bildend. T. bullatum Schröt. auf Panicum crugalli (auch in Amerika) in den Fruchtknoten, die in eine dicke, kuglige Pilzzelle umgewandelt werden. 40—90—140 μ lang, bis 50 μ breit, Sporen hell olivenbraun. Eine dritte Art der Gattung kommt auf Carex vor.

II. Tilletiacei mit ungetheiltem Conidienträger.

§ 145. Tilletia (Conidien kranzförmig um den Scheitel des ungetheilten Trägers, cylindrisch oder lang spindelförmig, meist paarweise fusionirend).

Die Schmierbrandarten des Getreides.

Während die Arten von Ustilago vor der Ernte verfliegen, daher Körner und Mehl kaum verunreinigen, thun dies in ganz besonderer Weise die Tilletiaarten, namentlich der Schmierbrand des Weizens, auch Stinkbrand, Steinbrand, Faulbrand, Häringsbrand, Faulweizen genannt, Tilletia Tritici (Bjerk.) Wint. (= T. Caries Tul.). Derselbe erfüllt alle Fruchtknoten des befallenen Stockes mit schwärzlich olivenbrauner, feuchtschmieriger Sporenmasse, indem er die Fruchtknoten auftreibt und bis auf die abnorm verdickte Wand derselben zerstört. Das Pulver riecht beim Zerreiben nach Triäthylamin (Häringslake), Sporen kuglig, 16—20 μ, Epispor trüb olivengrün, mit 1—1,5 μ hohen, zu regelmässigen, etwa 3 μ weiten Maschen verbundenen Leisten besetzt, leicht keimend. Conidien

fadenförmig Hförmig fusionirend. Die inficirten Pflanzen zeigen anfangs eine dunklere, später etwas bleichere Färbung, als die gesunden, ihre blaugrünen Aehrchen stehen sparrig von der Spindel ab. Die kranken Körner fallen nicht aus, werden beim Dreschen zerquetscht und verunreinigen Getreide und Mehl. Der Steinbrand des Weizens ist in Deutschland im Grossen und Ganzen seltener geworden, seitdem durch Einbeizen des Saatweizens die Pilzkeime zerstört werden, vernichtet aber wie die folgende Art in Amerika häufig noch die Hälfte bis drei Viertel der Ernte.

Der glatte Schmierbrand des Weizens, Tilletia laevis Kühn, unterscheidet sich von voriger durch glattes, dickes, hellbraunes Epispor der Chlamydosporen, die ungleiche Grösse und Gestalt haben, kuglig 14—20 μ breit oder länglich, 17—23 (28) μ lang, 14—18 μ breit. Der Brand wurde von Kühn an einer Sommerweizenprobe aus Niederschlesien entdeckt und seit 1867 von ihm weiter kultivirt, ist aber, wie bemerkt, in Amerika sehr schädlich.

Der Kornbrand, Tilletia Secalis Kühn, tritt auf Roggen epidemisch auf, so 1876 in Oberschlesien, in Mähren etc. Die schwarzbraune Sporenmasse sprengt zuletzt den Fruchtknoten und verstäubt, nach fauler Häringslake riechend, Sporen kuglig, 18—22 μ, Epispor kastanienbraun, mit 2 μ hohen, 3—4 μ weiten, maschenbildenden Leisten besetzt.

Es sei gleich hier der Vollständigkeit halber als letzter unserer Getreidebrande der Roggenstengelbrand, Urocystis occulta Rabh., erwähnt, der an dem Halme, den Blättern und Blattscheiden des Roggens lange, graue Streifen bildet, die bei ihrem schliesslichen Aufplatzen das schwarze Sporenpulver hervortreten lassen. Die Aehre wird verkrümmt und missgebildet, bleibt körnerlos und vertrocknet. (Vgl. S. 388.)

Gegen alle diese Brandkrankheiten der Getreidearten, die den Getreidebau wie keine anderen Krankheiten beeinträchtigen, giebt es neben den übrigen Vorbeugungsmassregeln, welche sich aus der durch Brefeld aufgedeckten parasitischen und saprophytischen Entwicklungsgeschichte der Brandpilze ergeben, ein Mittel, welches in vielen Fällen sicher hilft, das mehrfach erwähnte Einbeizen des Saatgutes mit einer pilztötenden Substanz. Nach Julius Kühn's bewährter Vorschrift verfährt man dabei etwa folgendermassen. Auf je 275 l Saatgetreide verwende man 1 Pfund Kupfervitriol. Letzterer wird gestossen in heissem Wasser aufgelöst, dann mit soviel kaltem Wasser in einen Bottich gegossen, dass das hineingeschüttete Saat-

getreide handbreit von der Lösung bedeckt ist (wegen des Aufquellens der Körner). Es sind dies etwa 103 l. Der eingeschüttete Weizen wird wiederholt umgerührt und bleibt 12—16 Stunden eingequellt, während welcher Zeit man alles an der Oberfläche Schwimmende sorgfältig abschöpft. Der getrocknete Weizen kann dann nach wenigen Stunden mit der Hand, nach 24 Stunden mit der Maschine gesäet werden. Auch Salicylsäure ist mit Erfolg als Beizmittel verwendet worden. Dass die Beizmittel nicht überall wirken und wirken können, ergiebt sich aus der Möglichkeit eines saprophytischen Vorkommens der Brandpilze. Entwässerung zu nasser Felder, starkes Abbrühen des Futterstrohes von brandkranken Feldern, Nichtverwenden solchen Strohes zum Dünger oder hinreichende Umwandlung des letzteren durch langes Liegenlassen sind wichtige Präventivschutzregeln. Zu beachten ist schliesslich noch, dass die nämlichen Pilze, welche unser Getreide heimsuchen, auch auf den wildwachsenden Gräsern der Feldränder (Quecken-, Schmillen-, Wildhaferarten) häufig vorkommen.

Schmier- und Steinbrandarten der Gräser.

Auf den Blättern der Zwenke (Brachypodium) bildet Tilletia olida (Riess) Wint. (mit maschig-leistenförmiger Sculptur der 26 μ langen, 17—23 μ breiten, Sporen) schwärzliche Längsstreifen. Ebenso auf zahlreichen Gräsern (Agrostis, Calamagrostis Halleriana, Milium, Holcus, Arrhenaterum, Briza, Poa, Dactylis, Festuca, Bromus, Lolium) die Tilletia striaeformis (Westd.) Wint. (9—12 μ Sporendurchmesser). Die auf Calamagrostis epigeios Roth vorkommende T. Calamagrostidis Fckl. unterscheidet sich davon nur durch durchschnittlich grössere, dunklere Sporen (12—16 μ) mit längeren Stachelchen. T. Moliniae (Thüm.) Wint. in dem Fruchtknoten von Molinia coerulea (darauf auch Sorosporium Vossianum Thüm.). Körnicke hat die T. Moliniae wegen der lange bleibenden hyalinen Gallerthülle und Mycelüberreste und des eigenthümlichen Baues des Episporiums (vgl. Oesterr. bot. Ztschr. 1879 Nr. 7) zu einer besonderen Gattung Neovossia gestellt. In den Fruchtknoten des Lolchgrases (Lolium remotum) kommt T. Lolii Auersw. (17,5—22 μ im Durchmesser, meist 19 μ), in dem der Quecken (Triticum) T. controversa (Kühn) (19—23 μ), bei dem Windhalm (Apera Spica venti) T. separata Kze. (21—26 μ), bei dem Straussgras (Agrostis stolonifera, vulgaris) T. decipiens (Pers.) Wint. (24—(26)—30 μ) vor. (Sämmtlich mit Maschenleisten des Epispors.)

Von amerikanischen Arten seien noch erwähnt T. fusca Ell. & Ev. auf Festuca, T. cerebrina Ell. & Ev. auf Deschampsia, T. Corona Scribner auf Leersia, T. Buchloës Ell. & Trac. auf Buchloë, T. rotundata Ell. & Ev. auf Panicum, T. asperifolia Ell. & Ev. und (vielleicht damit identisch) T. montana Ell. et Ev. auf Sporobolus.

Die Gattung Tilletia ist fast ausschliesslich auf die Gramineen beschränkt. Fischer v. Waldheim erwähnt noch T. bullata Fckl. auf Polygonum Bistorta und viviparum und Rumex obtusifolius und Günther Beck noch T. Thlaspeos in den Samenknospen des Alpenhellerkrautes (Thlaspi alpestre).

Die Sporen der Tilletia Sphagni Naw., welche in den kleineren Sporenkapseln von Sphagnum (um Greiz von Sph. cymbifolium und acutifolium) die Stelle der Sporen einnimmt, sind rundlich, 10—12 µ, während die dreieckig-polygonalen Sphagnumsporen etwa 25—30 µ im Durchmesser haben. Die Sporen der Tilletia Sphagni wurden früher für eine zweite Sporenform (Mikrosporen) der Torfmoose gehalten.

Urocystis (Polycystis).

§ 146. Die keimenden Hauptsporen sind von kleineren dünnhäutigen Nebenzellen umgeben. Keimung wie bei Tilletia.

Urocystis occulta (Wallr.) Schröt. erzeugt den Stengelbrand des Roggens. 1 oder 2 (seltener 3) Hauptsporen werden von einer unterbrochenen Lage 4—6 µ breiter Nebenzellen umgeben. Mycel einjährig. Bei Urocystis Agropyri (Preuss.) Schröt. werden 1—3 Hauptsporen meist vollständig von 5—9 µ breiten Nebenzellen umhüllt, das Mycel kehrt auf der perennirenden Nährpflanze jährlich wieder. Auf Quecken, Schwingel (Festuca), Trespe (Bromus) und Windhafer (Archenaterum elatius).

Auf Luzulaarten tritt an den Blättern die Urocystis Luzulae Schröt. auf. Auf Anemonen sind drei Urocystisarten bekannt: die gemeine U. Anemonis (Pers.) Schröt. auf Anemone nemorosa, Pulsatilla alpina, auch auf dem Leberblümchen (Hepatica), Scharbockskraut und Hahnenfuss (Ranunculus repens) (Sporenballen bis 35 µ lang, 25 µ breit, auch 1—2 Hauptsporen), Urocystis sorosporioides Körn. auf Pulsatilla alpina (Sporenballen 22—48 µ lang, 15—22 µ breit, mit 4—6 Hauptsporen) und U. Antipolitana auf Anemone alpina. Im Fruchtknoten von Primula farinosa tritt Urocyst. primulicola Magn., auf Orobanche ramosa Uroc. Orobanches

Fischer Waldh. und auf Monotropa hypopitys Ur. Monotropae Fisch. Waldh. auf.

Auf Veilchenarten treten Urocystis Violae (Sow.) Schröt. und U. Kmetiana Magn. auf. Das letztere tritt nur in den Fruchtknoten und stets in allen Fruchtknoten der befallenen Pflanze auf, die Conidienkeimschläuche müssen bei ihm wie bei Ustilago Avenae etc., Tilletia Tritici in die hypocotyle Axe oder das Keimblatt (der einjährigen Viola tricolor arvensis) eindringen, um von da bis zum Fruchtknoten zu wachsen. Urocystis Violae tritt dagegen wie Ust. Maydis nach Brefeld's Untersuchungen, da die Conidien an jeder Stelle keimen und lokal begrenzte Anschwellung erzeugen können, an den verschiedensten Organen der mehrjährigen Veilchen in lokalen Anschwellungen auf. — Urocystis Corydallis Niessl verursacht den Brand des Lerchenspornes (Corydallis), U. Filipendulae Fckl. den der knolligen Spierstaude (Spiraea Filipendula), Urocystis Gladioli (Requien) Wint. den der Schwertlilien und Gladiolen, Urocystis Colchici (Schlechti) Wint. den der Milchsterne (Ornithogalum), Meerzwiebeln (Scilla), Schlotfegerchen (Muscari), Herbstzeitlosen und Laucharten. Der Zwiebelbrand, welcher stellenweise in Europa, wie besonders in Amerika, unter den Speisezwiebeln grossen Schaden anrichtet, wird aber nach R. Thaxter's eingehender Arbeit über die Zwiebelschädlinge (Ann. Report of the Connecticut Agric. Experin. Stat. for 1889 New Haven, Conn., 1890), in der alle bisher beobachteten Feinde der Zwiebelkultur zusammengestellt werden, vorwiegend durch den von Urocystis Colchici verschiedenen Brandpilz Urocystis Cepulae Frost verursacht. Die Sporenballen (mit meist einer Hauptspore) sind bedeutend kleiner als die (mit mehreren Hauptzellen versehenen) von Urocystis Colchici und deren von U. magica Pass. auf Allium magicum (von anderen Zwiebelpilzen ausser den Brand- und später zu erörternden Rostpilzen sind besonders hervorzuheben Peronospora Scheideni Ung (the Onion Mildew) Macrosporium Sarcinula Berk. var. parasiticum Schröt., Macrosporium Porri Ell., Vermicularia circinans Berk.). U. Hieronymi Schröt. auf Solanum in Argentinien bildet kleine gurkenähnliche Auftreibungen. — Urocystis Hypoxydis Thaxt. kommt auf Hypoxys erecta vor. U. Ulei Schröt. auf Oxalis violacea in Brasilien. — Auf Juncus hat Lagerheim 2 Varietäten von Ur. Junci Lagerh.: α) genuina (auf Juncus filiformis) in der Schweiz, β) Johansonii auf (J. bufonius) in Schweden gefunden. Auf Carex kommt noch Ur. Fischeri Körn. vor (Blätter

und Stock). — Ur. coralloides Rostr. bildet korallenförmige bleigraue Knollen an der Wurzel des Turmkrautes, Turritis glabra. Der Gattung Urocystis steht Cerebella (Paspali) nahe.

Entyloma.

Den Arten der Gattung Entyloma hat man erst neuerdings begonnen, grössere Aufmerksamkeit zu schenken. Sie gehören zu den unscheinbarsten, welche wegen der nicht verstäubenden, in dem Gewebe der Pflanze gelegenen farblosen oder bräunlichen, seltener dunkelbraunen Lager der Chlamydosporen nur bei genauer Aufmerksamkeit zu erkennen sind. Hat man sich erst mit einigen Arten dieser, auf Blättern und Stengeln oft helle, im durchfallenden Licht aber dunkle umschriebene Flecke oder mehr oder weniger aufgetriebene Lager bildenden Pilze bekannt gemacht, so gelingt es leicht, weitere Arten aufzufinden. Das intercellulare Mycel von Entyloma bildet die Chlamydosporen in seinem Verlauf (intercalar). Die Bildung der basidienartigen Conidienträger findet ganz in der Weise wie bei Tilletia statt, dieselben dringen durch die Spaltöffnungen zur Oberfläche und bilden büschelige Conidienrasen. Ausser ihnen ist aber bei vielen Arten eine niederere Art der Conidienbildung bekannt geworden, die man früher zu der besonderen Gattung Fusidium gestellt hat. Es treten kurze Hyphen aus der Epidermis in weissen umschriebenen Rasen hervor, die an den Enden Conidien bilden. Eine allem Anschein nach sehr verbreitete, aber häufig übersehene Entylomaart ist die auf Ficaria verna und den Ranunculusarten vorkommende Entyloma Ranunculi (Bori) Schröt. Die Sporenmasse bildet hier kreisförmige, 2—5 mm breite, anfangs rein weisse, später gelbliche und zuletzt bräunliche Blattflecken auf dem Scharbockskraut, dessen Blätter stellenweise durch den Pilz sehr früh zerstört werden, auf Ranunculus repens, R. acer, R. auricomus, R. sceleratus etc. Die Flecken sind in der Jugend von dichten, büschelig hervorbrechenden Conidien der Fusidiumform bedeckt. Die intercalar gebildeten Chlamydosporen sind kuglig hellbräunlich, 11—14 μ, glatt und erzeugen auf ungetheiltem Basidienträger etwa 2 μ breite, bis 40 μ lange Conidien in kranzförmiger Anordnung.

E. serotinum Schröt. bildet bei Borragineen (dem Borretsch, Beinwell) kreideweisse, später bräunliche 2—4 mm breite Flecken. Die vor der Ausbildung der kugligen 11—13 μ im Durchmesser messenden Chlamydosporen auftretenden Conidien sind fadenförmig, 26 bis

40 μ lang, 2,2—3 μ breit, in weisen Rasen. 1890 machte der Pilz meine sämmtlichen Borretschpflanzen unbrauchbar. E. canescens Schröt. auf Vergissmeinnichtarten, in grauweissen, 1—3 mm breiten, anfänglich von Conidien bedeckten Flecken. Conidien (Fusidium) sind ferner auf der lebenden Nährpflanze beobachtet bei E. fuscum Schröt., E. bicolor Zopf, und E. Corydallis De By. auf Corydallisarten.

E. fuscum und E. bicolor treten auf Mohn (Papaver Argemone, P. Rhoeas und P. dubium) auf und besitzen mit einer Gallerthülle umgebene Sporen. Das erstere bildet nach Schröter anfangs weisse, später bräunliche, endlich schwarze Flecken meist von röthlichem Hof umgeben. E. bicolor erzeugt oberwärts rothbraune oder braune, unterseits meist grauweisse rundliche oder längliche Flecken von 1—10 μ Länge.

Keine besondere Conidienform an der lebenden Nährpflanze ist bisher bei folgenden einheimischen Arten beobachtet worden:

Entyloma Calendulae (Oud.) Wint. auf Korbblüthlern (Calendula, Hieracium, Arnica, Leontodon hispida etc.) in bleichgrünen, dann bräunlichen Flecken; E. Fischeri Thüm. in den Blättern von Stenactis bellidiflora gelbgrüne, dann braungrüne, wenig gewölbte Flecken bildend. Auf Milzkraut (Chrysosplenium) bildet E. Chrysosplenii Schröt. gelblichweisse Flecken. E. ambiens (Karst.) Johans. (crastophilum Sacc.) in schwarzgrauen, länglichen Flecken auf Poa-, Agrostis- und Dactylisarten. E. irregulare Johans. auf Poa annua mit unregelmässigen grünen Sporen und Conidien. E. Picridis Rostr. in graubräunlichen, von gelblichem, breitem Hofe umgebenen Flecken der Blätter von Picris hieracioides; E. Matricariae Rostr. in gelblichgrünen Flecken von Chrysanthemum alpinum etc. E. Limosellae (Kze.) Wint. bildet kleine, warzige Pünktchen in der Blattsubstanz von Limosella aquatica, die dicht gedrängt stehen, oft zusammenfliessen und das Blatt entfärben oder bräunlich färben. E. Eryngii (Corda) Wint. bildet hellbraune bis violette Pusteln, über denen schliesslich unregelmässige Risse entstehen, die das Blatt wie angefressen erscheinen lassen, auf Eryngium campestre. E. Helosciadii Magn. auf Helosciadium nodiflorum bildet an der Ober- und Unterseite der Fiedern weisse Pusteln. E. Linariae Schröt. bildet weissliche, dann bräunliche Flecken auf dem Leinkraut, Linaria vulgaris, E. microsporum (Unger) Wint. stark nach oben oder unten gewölbte, auf der entgegengesetzten Seite concave gelbliche, später bräunliche Pusteln

von rundlichem oder unregelmässigem Umriss in Blättern und Stengeln von Ranunculus repens, E. verruculosum Pass. bräunliche, unterseits im Anfang gelblichweisse, flache, meist von den dickeren Blattnerven umgrenzte Flecken der Blätter von Ranunculus lanuginosus, E. Thalictri Schröt. bräunliche flache Flecken von Thalictrum minus. E. Aschersonii (Ule) Wor. mit kastanienbraunen Chlamydosporen und 2 Conidien, und E. Magnusii (Ule) Wor. mit hellgelblichen Chlamydosporen und 3 Conidien am Ende der basidienähnlichen Träger, bilden knollige Gallen am Stengel und Wurzelhals, erstere Art bei Helichrysum arenarium, letztere bei Gnaphalium uliginosum und Gnaphalium luteo-album, welche im Innern anfangs hellbraun (E. Aschersonii) bezüglich weisslichgelb (bei E. Magnusii) sind. — Fusidium eburneum Schröt., vermuthlich die Conidienform einer Entylomaart, bildet auf Ranunculus repens flache, glänzend weisse, in der Mitte gelbliche, rundliche 1,5—2 mm breite, oft zusammenfliessende Flecke, welche in grosser Zahl über die Blattoberseite zerstreut sind. Conidien fadenförmig, 40—50 μ lang, 2,5—3 μ breit.

Von gräserbewohnenden Entylomaarten sind ausser E. crastophilum noch: E. Crepinianum Sacc. et Roum., ferner E. Catabrosae Johans. auf Catabrosa aquatica, E. irregulare Johans. auf Poa annua, E. ambiens (Karst.) Johans. auf Agrostis und Holcus, E. catenulatum Rostr. auf Aira caespitosa beschrieben worden. Von anderen ausländischen Entylomaarten kommen weiter vor E. Ellisii auf Spinat (Spinacia oleracea), E. Saniculae Pk. auf Sanikel (Sanicula marylandica), E. Veronicae (Halst) Lagerh. auf Veronica peregrina (Quito), E. Calceolariae Lagerh. auf Calceolaria, E. Nierembergiae Lagerh. auf Nierembergia spatulata, E. Menispermi Farl. et Trel. auf Menispermum, E. Compositarum Farl. auf Erigeron, E. Physalidis (Kalch. et Cke.) Wint. auf Physalis, Solanum triflorum, E. Floerkeana Holw. auf der Geraniacee Floerkea proserpinoides, E. caricinum Rostr. auf Carex rigida.

Melanotaenium.

Schwarze oder bleigraue Sporenlager, die die Nährpflanze weithin umziehen und von der Oberhaut bedeckt bleiben. Mycel intercellular die ganze Nährpflanze durchziehend, mit zahlreichen büscheligen Haustorien ins Innere der Nährpflanze eindringend. Sporen einzeln, Keimung wie bei Entyloma.

Melanotaenium eudogenum (Unger) DeBy. verursacht bei Galium Mollugo eine Verkümmerung. Die von dem Pilz befallene Labkrautpflanze bekommt ein fremdartiges Aussehen, indem sie einen zwerghaften Stengel mit kurzen, verdickten Internodien, verschrumpften, dicken Blättern bildet und wenige oder gar keine Blüthen bildet. Knoten, Blattnerven und Streifen der Stengelglieder erhalten durch die Sporen des Pilzes eine bläulichschwarze Farbe.

M. cingens (G. Beck) Magn. (M. caulium [Schneider] Schröt.) treibt den Stengel von Linaria vulgaris federkielartig auf. Die Sporenmasse ist schwarz und bildet durch die darüber liegende Epidermis bleigraue, über Stengel und Blattbasis verbreitete Lager. Der Pilz findet sich auch auf der Blatt- und Stengelepidermis von Linaria genistifolia. Er ist aus Deutschland, Oesterreich und Portorico bekannt, aber vielfach übersehen worden, da er wahrscheinlich seine Hauptentwicklung auf den ersten Frühlingssprossen von Linaria hat.

Tuburcinia.

Chlamydosporen gleichartig (wie bei Sorosporium) zu Ballen vereinigt, in flachen, weit verbreiteten schwarzen Lagern, bei der Keimung wie Entyloma ungetheilte Träger mit Kranzconidien bildend. Ausserdem aber weisse, weit verbreitete Conidienrasen mit eiförmigen Conidien bildend. Die Zellballen werden öfter durch eine feste Haut bräunlicher, gegliederter Hyphen zusammengehalten, die von dem Mycel gebildet wird. Hierdurch wie durch die Keimung und das glatte Exospor unterscheidet sich die Gattung von Sorosporium. Bei dem Brand des Siebensternes (Trientalis europaea), Tuburcinia Trientalis Berk. et Br., ist die Entwicklung nach Woronin die folgende. Nachdem im Herbst die Dauersporenballen aus den schwarze Flecken an Blättern und Stengeln bildenden Lagern nach Aufreissen der Oberhaut freigeworden sind, erzeugen sie Conidienträger mit grösserer Zahl im Kranz gestellter cylindrisch spindelförmiger Conidien, welche am Ende zu secundären Conidien auskeimen. Letztere dringen mit ihren Keimschläuchen in die bodenständigen Sprossen von Trientalis europaea ein und bilden hier ein überwinterndes Mycel. Im Frühjahr durchwuchert dieses intercellular die sich entfaltenden Sprossen und sendet durch Spaltöffnungen und Epidermiszellen der Blattunterseite Büschel pfriemlicher Conidienträger, die am Ende birnförmige Conidien bilden. Sie bilden auf

der Blattunterseite einen gleichmässigen, weissflaumigen, schimmelartigen Anflug. Die befallenen Pflanzen haben jetzt einen geschwollenen, nicht mehr glatten und hellgrünen, sondern rauhen, marmorirten Stengel, der sich bald dunkler färbt. Die Blätter sind kleiner und bleicher, als bei gesunden Pflanzen. Die Conidien treiben Keimschläuche in neue Blätter, entwickeln aber nur winzige, auf kleine Flecken begrenzte Mycelien, an denen sich die braunen Sporenballen mit 50—100 Sporen entwickeln. Die schimmelartige Conidienform ist früher als Ascomyces Trientalis Berk. beschrieben worden. Winter zieht auch die auf Paris quadrifolia und Euphrasia lutea vorkommenden Brandpilze zu dieser Art, ob mit Recht, ist noch zu untersuchen. Auf Euphrasia werden durch den Brand weitgehende Verunstaltungen hervorgerufen.

Die Brandarten der (nicht untergetauchten) Wassergewächse gehören zur Gattung

Doassansia.

§ 147. Die Gattung ist biologisch dadurch von Interesse, als sie fast ganz auf Wasserpflanzen beschränkt ist und in ihrem Auftreten auf der Nährpflanze an Cladochytrium erinnert. Die zu kleinen Knäulchen zusammengeballten, von einer Hülle aus sterilen Zellen umschlossenen Chlamydosporen lagern fest in dem Gewebe der Nährpflanze, auf der sie grobpunktirte bräunliche Flecken bilden. Die Keimung der Sporen ist der der vorigen Gattungen gleich.

Doassansia Alismatis (Nees v. Es.) Cornu. Sporenballen etwa $^1/_3$ mm, an den Blättern von Alisma Plantago und A. natans beiderseits vorragend, in grösserer Zahl zu 0,5—1 cm langen, meist berandeten rundlichen Flecken auf wenig verfärbter Blattsubstanz zusammengestellt. D. Sagittariae (Westd.) Fisch. bildet breite, rundliche, gelbliche Flecke auf den Blättern von Sagittaria sagittifolia etc., Knötchen besonders auf der unteren Blattseite deutlich hervortretend. D. Martianoffiana (Thüm.) Schröt. auf den Blättern von Potamogeton mit 5 mm breiten, rundlichen, gelblichen, braunpunktirten Flecken. D. punctiformis (Niessl) Schröt. auf den Blättern von Butomus umbellatus undeutliche Flecken bildend. D. occulta (Hoffm.) Setchell in den Ovarien von Potamogeton. D. Hottoniae (Rostr.) De Toni an Blättern von Hottonia palustris. D. aquatica Schröt. auf Callitriche in Südamerika.

Von nicht deutschen Arten sind D. Comari (B. u. Br.) De Toni et Massee auf Comarum palustre in England, D. Lythropsidis Lagerh. auf Lythropsis peploides in Portugal und D. Winteriana Magn. noch der Untersuchung bedürftig.

Von amerikanischen Arten sind noch bekannt D. Epilobii Farlow auf Blättern von Epilobium alpinum, D. opaca Setchell, D. deformans und D. obscura Setchell auf Blättern von Sagittaria variabilis. D. Gossypii Lagerh. auf einer Gossypiumart.

Setchell, welcher eine Monographie der Gattung Doassansia geschrieben hat, unterscheidet zwei neue Gattungen Burillia und Cornuella.

Burillia

unterscheidet sich von Doassansia durch den Mangel der Hüllzellen und das Vorhandensein einer unregelmässigen, central gelegenen, parenchymatischen Gewebemasse und ist in Amerika in einer Art B. pustulata Setchell auf Sagittaria variabilis bekannt.

Cornuella.

Bei dieser Gattung ist auch zur Sporenreife der Sorus innen mit einem lockeren Hyphengeflecht erfüllt, das nach aussen zu ein zusammenhängendes, festes Sporenlager bildet. Im Uebrigen gleicht die Gattung dem Entyloma, von Doassansia ist sie durch den Mangel der Hülle unterschieden.

Cornuella Lemnae Setchell findet sich im Thallom von Lemna polyrrhiza.

Bei den beiden folgenden Gattungen werden die Conidien meist einzeln, bezw. kettenförmig, nicht kranzförmig an den Enden der Träger gebildet.

Schroeteria.

§ 148. Die sporenbildenden Hyphen nicht gallertartig, mit fester Membran und durch Querwände in Zellen getheilt, die zu Chlamydosporen werden. Sporen zu zweien (seltener dreien) mit breiter Fläche zusammenhängend.

Schroeteria Decasinena (Boud.) Magn. bildet in den Samen der Ehrenpreisarten, Veronica arvensis, V. triphyllos, blaugraue, pulverige Sporenmassen. Die Doppelsporen sind unregelmässig, warzig, graublau, 15—23 μ lang, 8—11 μ breit, Conidienträger kurz, flaschenförmig bis fadenförmig, mit einem Seitenzweig, Coni-

dien einzeln, vier in Ketten am Ende. Sch. Decaisneana (Boud.) Magn. mit kleineren Sporen im Funiculus von Veronica hederifolia. Schroeteria annulata Ell. et Ev. in den Ovarien von Andropogon annulatus in Indien.

Thecaphora.

Hellbraun gefärbte Sporenkörper, die aus 3—20 fest zusammenhaftenden Zellen bestehen, die an der Berührungsstelle abgeflacht, an der freien Seite gewölbt und an letzterer mit einem hellen, rundlichen, unbestachelten Fleck, einem Keimporus (wie er sich sonst erst bei den Rostpilzen wiederfindet) versehen ist. Bei der Keimung entsteht ein fadenförmiger Conidienträger, öfter mit Seitenzweigen. Die spindelförmigen Conidien werden einzeln an den Enden derselben gebildet (Keimung bisher bei Th. Lathyri beobachtet).

Th. hyalina Fingerhuth bildet in den Samen von Convolvulus sepium und C. arvensis hellröthlichbraune, grobpulverige Sporenmassen, aus Ballen mit je 3—10 Sporen bestehend, 26 bis 33 μ (Einzelspore 12—13 μ), dicht mit körnigen Warzen besetzt. Die sehr nahe stehende Th. affinis Schneider auf Astragalusarten und Phaca und Th. Lathyri Kühn auf Lathyrus pratensis. Bei Convolvulus werden die Kapseln bei spätem Eindringen des Pilzes in die Samen kaum merklich verändert, bei frühzeitigem Eindringen bleiben sie klein und werden braun. Bei Astragalus und Phaca hingegen erfahren die kranken Hülsen wesentliche Umformungen, sie bleiben klein und nehmen eine eigenthümliche, aufgedunsene, dabei aber doch kompakte und gedrungene Form an, und es werden wohl alle Samen ergriffen. Bei Lathyrus bleibt die Hülse wie die Kapsel von Convolvulus unverändert und enthält neben einem oder einigen kranken Samen auch ganz gesunde.

Th. Montevidensis Schroet. in den Früchten von Spermacoce radicans von Montevideo.

Sorosporium.

Die Sporenballen werden in knäuelförmig verflochtenen, dann gallertartig verquollenen Fruchthyphen gebildet, zerfallen später leicht in die einzelnen Sporen. Die Chlamydosporen erzeugen lange, vielgliederige Keimschläuche, die sich bisweilen an ihrer Spitze etwas verzweigen, aber keine Conidien bilden. Bei S. Primulae Rostr. (vielleicht mit S. primulicola [Magn.] Pass. = Urocystis

primulicola Magn. identisch) kommt nach Rostrup noch eine besondere Conidienform vor in der von Kühn als Paipalopsis Primulae benannten Pilzform (siehe Einleitung).

In ihrer Entwicklungsgeschichte am meisten bekannt ist das Sorosporium Saponariae Rud., welches in den Blüthentheilen (Fruchtknoten, Blüthenboden, unterem Theil der Staubfäden und Blumenblätter) von Dianthus deltoides, Tunica prolifera, Saponaria officinalis, Silene inflata Sch., Stellaria Holostea, Cerastium arvense hellrothbraune, körnige Sporenmassen bildet. Die kranken Blüthen sind mehr oder weniger kuglig oder birnförmig aufgeblasen, dick und kurz, von dem meist verfärbten Kelch umgeben und von dem Sporenpulver überzogen. Die Zugehörigkeit der anderen als Sorosporium bezeichneten Brande ist zum Theil zweifelhaft. (S. Veronicae [Schröt.] Wint. ist neuerdings von Schröter [unsicher] zu der Verwandtschaft von Plasmodiophora [s. d.] gestellt und Sorosphaera Veronicae genannt worden. Der Pilz bildet federkielartige, bis 3 mm dicke, stark verkrümmte, gallenartige Auftreibungen an Stengeln und Blattstielen von Veronica hederifolia, V. triphyllos etc., die von dem zimmtbraunen Sporenpulver erfüllt sind, Sporen eiförmig, pyramidal.) S. Lolii Thüm., in den Fruchtknoten von Lolium perenne eine pulverige, schwarzbraune Masse bildend. S. granulosum Ell. et Tracy auf amerikanischen Gräsern. S. Vossianum Thüm. auf Molinia coerulea. S. Californicum Hark. auf Gindelia robusta (Am.) u. s. w.

V. Klasse: Basidiomycetes.

§ 149. Pilze mit reichlich entwickelten, vielfach verzweigten und mit Querscheidewänden versehenen Hyphen, durch deren Verflechtung Fruchtkörper gebildet werden können. Die Hauptfruchtform bilden Basidien d. h. Sporenträger von bestimmter Form und Grösse und mit bestimmter Sporenzahl — in der Regel 4, seltener 2 oder 8. Brefeld hat gezeigt, dass die Basidien zu bestimmter Form, Grösse und Sporenzahl fortgeschrittene Conidienträger sind, wie die Asci der Ascomyceten konstant gewordene Sporangien. Früher wurde gezeigt, dass die Conidien selbst aus den Sporangien in Anpassung an das Luftleben entstandene Fortpflanzungsformen — Schliesssporangien — sind. Damit ist die Verwandtschaft der bei den Algenpilzen ihre gemeinsame Abstammung habenden grossen Gruppen der Basidiomyceten und Ascomyceten gegeben. Diese Ver-

wandtschaft spricht sich aus in der oft ganz übereinstimmenden Form der Conidienträger und Chlamydosporen bei beiden Abtheilungen der höheren Pilze (Mycomyceten), wie auch in der fast gleichen Formgestaltung der ganzen grösseren Fruchtkörper. So haben Fruchtkörper der Auricularieen etc. häufig täuschende Formgleichheit mit den Pezizaceen, die Phalloideen etc., mit den Helvellaceen, Clavarieen mit den Xylarieen etc., Tuberaceen mit Hymenogastreen. Sporangien als Nebenfruchtformen scheinen auch bei den Basidiomyceten nur in den Hefen erhalten geblieben zu sein.

Die Basidiomyceten zerfallen in:

Protobasidiomyceten mit getheilter Basidie	Gymnocarpe: Basidien frei gebildet	Basidien transversal getheilt	Uredineen (mit Chlamydosporen). Auricularieen (ohne Chlamydosporen).
		Basidien d. Länge nach getheilt	Tremellineen.
	Angiocarpe: Basidien in geschlossenen Fruchtkörpern	Basidien transversal getheilt	Ecchyneen.
Autobasidiomyceten mit ungetheilter Basidie	Angiocarpe	Lycoperdaceen. Nidularieen. Phalloideen. Hymenogastreen.	
	Gymnocarpe	Dacryomyceten. Clavarieen. Tomentelleen.	
	Hemiangiocarpe	Thelephoreen. Hydneen. Polyporeen. Agaricineen.	

A. Protobasidiomyceten.

§ 150. 1. Ordnung: Die Rostpilze (Uredineen)

sind Schmarotzerpilze der Phanerogamen und Gefässkryptogamen (Uredo Polypodii [Pers.] W., Sarcorhopalum tubiforme etc.), mit reich entwickeltem, gegliedertem Mycel, welche ihrer Hauptfruchtform nach zu den gymnocarpen Protobasidiomyceten gehören, sich am engsten an die Auricularineen durch die transversal viergetheilte Basidie (das früher sogenannte Promycel) oder von ihr abzuleitende Basidienform anschliessen, aber nicht, wie diese, zur Ausbildung eines bestimmten Fruchtkörpers und eines Hymeniums fortgeschritten

sind (nur bei Cronartium und der tremellineenähnlichen Gattung Gymnosporangium ist ein schwacher Anlauf zur Fruchtkörperbildung vorhanden). Sie nehmen daher unter den Protobasidiomyceten dieselbe Stellung ein, wie die Tomentelleen unter den Autobasidiomyceten oder die Exoasci unter den Ascomyceten. Gleich anderen Basidiomyceten (Nyctalis, Fistulina, Oligoporus etc.) bilden die Rostpilze Chlamydosporen und Conidien. Die ersteren sind jedoch (ähnlich wie bei Oligoporus, Nyctalis) besonders in den Vordergrund getreten und haben charakteristische Differenzirung erfahren. Die Chlamydosporen haben bei den Rostpilzen die Höhe ihrer Entwicklung erreicht. Sie werden in Aecidiosporen, Uredosporen und Teleutosporen unterschieden. Die Basidien gehen bei den meisten Uredineen aus einer Chlamydosporenfruchtform (Aecidium bei Endophyllum, Teleutosporen bei den übrigen Rostpilzen) hervor, nur bei Coleosporium entspringen sie direkt dem Mycelium (die früher für Sporen mit einzelliger Promycelbildung gehaltenen Zellen besitzen keine Keimporen und kein Exospor, sind daher direkt der Basidie gleichwerthig. Das Sterigma betrachtete man früher als das Promycel oder die Basidie und sollte Coleosporium gleich dem Autobasidiomyceten Kneiffia typisch einsporig [1]) sein). Die Chlamydosporen wie die Conidien („Spermatien" der früher sogenannten Spermogonien) werden von dem in dem chlorophyllhaltigen Gewebe der Nährpflanzen wachsenden Mycel unter der Oberhaut des letzteren auf besonderen Lagern an den Enden aufrechter Hyphenäste abgeschnürt und brechen zuletzt aus der Oberhaut hervor.

Die verschiedenen Fruchtformen der Uredineen lassen sich weiter in folgender Weise charakterisiren.

Die Conidien („Spermatien") sind sehr kleine, rundliche bis elliptische glatte Zellen, welche in kleinen Fruchtkörpern (den Spermogonien oder Pycniden) gebildet werden. Letztere sind entweder kuglig, oder birnförmig, eingesenkt und ragen mit einer kegelförmigen Mündung nach aussen, oder sie sind unter der Epidermis flach ausgebreitet und werden aus dichtstehenden, dünnen und am Ende zugespitzten Hyphen (Sterigmen) gebildet, welche die Sporen abgliedern. Letztere werden mit einem zuckerhaltigen Schleim ausgestossen. Zeitlich können die Spermogonien vor den Aecidien, vor oder zwischen den Uredosporen, oder vor den

[1]) Dies ist der Fall bei Melampsora Sancti Johannis Barcl., wo die einzellige Spore einzellige Basidien bildet, und bei Monosporidium.

Teleutosporen gebildet werden. Durch die Ausscheidung eines Honigsaftes, wie in vielen Fällen durch die Verbreitung eines mehr oder weniger widerlichen, süsslichen oder blumenähnlichen Geruches locken die Spermogonien zahlreiche Insekten an, wie dies auch in untergeordnetem Grade bei den Aecidien der Fall ist (Aecidium odoratum Wint.). Zwar hat Brefeld für die winzigen Conidien der Rostpilze (Puccinia coronata, P. Tragopogonis, P. graminis, Uromyces Pisi) die Keimfähigkeit nachgewiesen, doch scheint es, als ob im Freien unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Keimung nicht stattfände. Vielleicht handelt es sich bei den Spermogonien um eine rückgebildete Fruchtform, die, aus früherer Zeit stammend, gegenwärtig nutzlos geworden ist. Die Nektarsecretion, wie die lebhafte Färbung und der intensive Geruch, welche noch jetzt honigsammelnde Insekten anlocken, machen es wahrscheinlich, dass die Conidienform der Uredineen einstmals eine Anpassung an die Verbreitung der Rostpilze durch Insekten war. Eine gleiche Anpassung könnte auch die eine der Chlamydosporenformen, die Aecidienform, darstellen, während Uredo- und Teleutosporen Anpassungen der Windverbreitung (Uredo an die sofortige Verbreitung) zu sein scheinen.

Auch die Aecidienform tritt bei einigen Rostarten nur noch gelegentlich auf und gehört hier nicht mehr in den nothwendigen Entwicklungscyclus.

Während die Spermogonien dem unbewaffneten Auge als winzige rothe, weissliche, schwärzliche (Aecidium punctatum) Pünktchen erscheinen, stellen die Aecidien meist nach der Oeffnung kleine Becher, selten hornförmige oder birnförmige Gebilde (letzteres z. B. bei Gymnosporangium) dar, innerhalb deren auf kleinen, keulenförmigen Trägern in Reihen grosse, rundliche (durch den gegenseitigen Druck meist polyëdrische) Zellen abgegliedert werden. Die meist orangerothen Aecidiensporen besitzen körniges, warziges oder mit Verdickungsleisten besonderer Form versehenes Exospor (öfter mit radialer Stäbchenstruktur). Wie auch bei anderen Chlamydosporen finden sich zwischen den Sporen öfter Zwischenstücke, die bei der Trennung der Sporenreihen von gleicher Bedeutung sind, wie die Disjunctoren der Sclerotinien (s. d.). Bei manchen Uredineen entbehren die Aecidien der Peridie, die Sporen werden in Lagern gebildet, während andererseits auch die Uredosporen mancher Arten eine Peridie haben. Bei der Keimung bilden die Aecidiosporen meist wieder Keimschläuche, die sich zu einem

Uredo- bezüglich Teleutosporenmycel entwickeln, während bei Endophyllum daraus der vierzellige Basidienträger, bei Monosporidium (M. Euphorbiae Barcl. und M. Andrachnes Barcl.) ein einzelliges Basidium wird.

Die Uredosporen sind eine Anpassung an eine schnelle, augenblickliche Verbreitung der Rostpilze (durch den Wind etc.). Die Uredolager stellen meist kleine strich- oder punktförmige, gelbe oder orangerothe oder rothbraune Häufchen dar, die von dem Mycel dicht unter der Epidermis angelegt werden und auf einfachen Stielen einzellige Sporen einzeln, selten (bei Coleosporium) in Ketten bilden. Bei Uredo notabilis Ludw. bilden die Uredosporen jedoch ausgedehnte, mächtige Polster, welche Verkrümmungen und Kropfbildung der Blattzweige verursachen. Die Uredosporen besitzen eine farblose, warzige Membran (bei Uredo notabilis sitzen derselben wabenförmige Leisten mit zitzenförmigen Erhebungen im Innern auf), welche in äquatorialer Stellung 2—8 Keimporen zum Durchtritt der Keimschläuche bilden. Bei der Keimung entsteht ein einfacher Keimschlauch, aus welchem ein Mycel hervorgeht, das zunächst wieder Uredosporen, zuletzt aber Teleutosporen bildet. Zwischen den Uredosporen oder am Rande des Lagers finden sich bei mehreren Arten einzellige, keulige Hyphen (Paraphysen).

Die Ueberwinterung der meisten Uredineen findet durch die dritte Form der Chlamydosporen, die „Teleutosporen", statt. Sie sind ein- oder mehrzellig, stets von einer festeren äusseren Haut umschlossen, die öfter deutlich geschichtet ist, der Rest ihrer Fruchthyphe bildet einen längeren oder kürzeren Stiel. Die Keimporen finden sich meist einzeln (mit Ausnahme der Phragmidieen, Gymnosporangien) in jeder Zelle in konstanter Lage bei den einzelnen Arten. Die Färbung ist meist eine dunklere, als bei den Uredosporen, doch kommen auch rothe und gelbe, selbst weisse Teleutosporen vor (Phragmidium albidum [Kühn], Chrysomyxa urediniformis J. Müller, Uromyces candidus Lagerh. auf einer Leguminose sehen schneeweiss aus).

Die Gestalt und Oberflächenskulptur der Teleutosporen ist eine sehr mannigfache, mancherlei biologische Anpassungen verrathende. Bald finden sich auf der Spore besondere Zacken (Puccinia coronata Pers., Pucc. Mesneriana, Uromyces digitatus Wint., Uromyces Halstedii Ludw.), bald ist diese ringsum mit geraden oder langen, gekrümmten Stacheln (Triphragmium echinatum) be-

setzt, oder es finden sich dieselben zwei- bis dreispaltigen, am Ende rankenförmig umgebogenen Widerhaken und Ankervorrichtungen, wie bei verschiedenen Mehlthaupilzen (Erysipheen), so bei dem amerikanischen Triphragmium clavellosum auf Aralia nudicaulis. Bei Uromyces (Pileolaria) appendiculatus auf einer mexikanischen Bignoniacee und U. Tecomae auf Tecoma stans trägt der Stiel eigenthümliche sternförmige oder verzweigte Anhängsel. — Bei einigen Pucciniaarten kommen zweierlei Teleutosporenformen vor, solche mit festem Stiel, glatter, schlanker Spore (f. persistens) und solche mit gebrechlichem Stiel, breiter, rauh gestreifter Spore (f. fragilis), deren erste der Sicherung des Fortkommens der Art an Ort und Stelle dienen dürfte, während die letztere der Weiterverbreitung angepasst erscheint; ähnlich wie dies z. B. bezüglich des Fruchtpolymorphismus der Diplocarpon pluviale, Calendulaarten etc. bekannt ist. Diese Diplocarpie findet sich bei Puccinia Veronicarum Körn., bei Puccinia Chrysosplenii Grev. und wohl auch anderen Saxifrageenrosten. Auch bei den Uredoformen von Puccinia vexans Farl. (eines amerikanischen Grasrostes) und von Puccinia biformis Lagerh. auf Rumex bucephalophorus in Portugal ist eine Spaltung in zwei biologische Formen bemerkenswerth. Beide besitzen eine braungelbe und eine dunkelbraune (bei P. vexans mit festem Stiel versehene) Form, die erst nach längerer Ruhe zu keimen scheint. Ferner sind zweierlei Teleutosporen bei Puccinia Glechomatis DC. und den Gymnosporangiumarten bekannt geworden. — Die braune Färbung, welche mit einer Umwandlung der weichen, elastischen Membran jugendlicher Sporen verbunden ist, beruht auf der Entwicklung besonderer Membranfarbstoffe, deren Dietel bisher zwei charakterisirt hat (vgl. die Bemerkung bei den Liliaceenrosten). — Dass diese Farbstoffe als Schutzmittel gegen die atmosphärischen Einflüsse zu betrachten sind, geht einmal aus ihrem chemischen Charakter hervor, dann aber aus ihrer Verbreitung. Sofort keimende Teleutosporen sind mehr oder weniger farblos oder hellfarbig, wie die bei Phragmidium albidum, Ph. Barnardi, Coleosporium, Chrysomyxa, Cronartium, Hamaspora, Puccinia Cerasi (Béreng.), P. evadens Hark., P. aurea Wint., P. Kraussiana Cke., B. Brainiana Barcl. etc. Dicht an einander schliessende Teleutosporen sind nur am Scheitel intensiver gefärbt und häufig sind noch die randständigen Sporen nach aussen hin durch einen lückenlosen Wall dunkelbrauner Paraphysen geschützt, so bei P. Dactylidis Otth., P. rubigovera, P. perplexans, P. sessilis, P. Gla-

dioli, P. Allii etc. Bei P. Souchi etc., deren Sporen durchweg hellgefärbt sind, sind die Paraphysen so weit nach innen gebogen, dass sie ein festes Sporengehäuse bilden.

§ 151. Unsere einheimischen Rostpilze zerfallen, zumeist nach der Beschaffenheit der Teleutosporen, in folgende Gattungen (nach Schröter):

Teleutosporen getrennt von einander.

Teleutosporen freistehend (ohne Pseudoperidie), nicht in Ketten gebildet.

Teleutosporen immer nur mit einer Keimpore versehen. Spermogonien und Aecidien rundliche, regelmässig gestaltete Fruchtkörper bildend.

Teleutospore immer nur einzellig: Uromyces.

Teleutospore (wenigstens zum Theil) zweizellig: Puccinia (bei Puccinia mirabilissima Pck. und P. Amorphae sind mehrere Keimporen da).

Teleutosporen oft mit vier Keimporen versehen. Spermogonien und Aecidien in flachen, unregelmässig begrenzten Lagern.

Teleutosporen immer einzellig: Trachyspora.

Teleutosporen dreizellig (unten eine, darüber zwei Zellen: Triphragmium.

Teleutosporen (in der Regel) mehr als dreizellig, Zellen über einander stehend, fest vereinigt: Phragmidium.

(„Teleutosporen in ein Pseudoperidium eingeschlossen, in Ketten gebildet“), Basidien Aecidiosporen entspringend: Endophyllum.

Teleutosporen zu gallertartigen grossen Fruchtkörpern vereinigt. Zweizellig mit mehreren Keimporen: Gymnosporangium.

Teleutosporen zu flachen Lagern vereinigt:

Teleutosporen einzellig oder aus neben einander stehenden Theilzellen gebildet.

Teleutosporen auf der lebenden Pflanze schwarze oder schwarzbraune, in kleinen Flecken auftretende Krusten bildend: Melampsora.

Teleutosporen in den Epidermiszellen gelagert, flache, unbegrenzte, hellröthliche Lager bildend: Melampsorella.

Teleutosporen durch Theilung in vier neben einander stehende Zellen zerfallend, weit verbreitete, blasse Lager bildend: Calyptospora.

„Teleutosporen" mehrzellig, Zellen über einander stehend.

Membran dick, glasartig (streng genommen handelt es sich hier nicht um eine Teleutospore, sondern um ein Basidium oder die Teleutospore wird selbst zum viergliedrigen Basidium): Coleosporium.

Membran dünn. Jede Zelle der vielgliedrigen „Spore" erzeugt eine viertheilige Basidie mit vier Sporen: Chrysomyxa.

Teleutosporen zu einem pfriemlichen, aufrecht stehenden Säulchen vereinigt: Cronartium.

§ 152. Hierzu kommen eine Anzahl merkwürdiger ausländischer Gattungen.

Die Gattung Hemileia Berk. et Br., mit einzelligen Dauersporen, vertritt einen von den europäischen Rosten in mehrfacher Richtung abweichenden Typus. Die Hemileia vastatrix Berk. et Br. verursacht auf Ceylon eine verheerende Krankheit der Kaffeebäume und bedroht seit einem Jahrzehnt die Kaffeeplantagen, indem ihre Uredosporen erst gelbe, dann braune Blattflecke erzeugen und zuletzt den Baum tödten. Die Teleutosporen fand H. Marshall Ward auf Ceylon 1880. Zur Bildung der Uredosporen sendet das Mycelium aus dem Blattinnern ein Bündel von Aesten nach je einer Spaltöffnung. Die Aeste vereinigen sich zu einem die Athemhöhle ausfüllenden kompakten, pseudoparenchymatischen Körper. Die Sporen werden an den hervorragenden Enden der verschmolzenen Hyphen auf kurzen Stielen abgeschnürt. Die Teleutosporen, die auf ähnliche Weise nach den Uredosporen aus dem Mycelium entstehen, sind einzellig, kreiselförmig. Noch festsitzend erzeugen sie eine Basidie mit vier kugligen Sporen. Die warzigen Sommersporen senden bei der Keimung einen einfachen Keimschlauch nach den Spaltöffnungen. Hier schwillt derselbe zu einer Art Sporidie, dem „Keimbulbus", an, der dann erst ein verzweigtes Mycel in die Intercellularräume des Kaffeeblattes entsendet. Ins Innere der Zellen werden von den Intercellularräumen aus dünn-

stielige, unverästelte Bläschen (Haustorien), ähnlich wie bei den Algenpilzen (Cystopus candidus des Hirtentäschelkrautss), gebildet. Von einer zweiten Art, Hemileia Woodii K. et C., auf Vangueria, findet sich auf der gleichen Wirthspflanze ein Aecidium, H. Canthii B. et Br. auf Canthea campanulata kommt gleichfalls auf Ceylon vor.

Die amerikanische Gattung Hamaspora unterscheidet sich von Gymnosporangium nur dadurch, dass die Teleutosporen den mehrzelligen Phragmidien gleichgestaltet sind. Sie vergallerten aber, wie Gymnosporangium. Hamaspora Ellisii Körn. zeigt diese Vergallertung sehr gut, während sie verhältnisimässig schwach bei Phragmidium (Hamaspora) longissimum Thüm. ausgeprägt ist, so dass diese Art (auf Rubus rigidus) den Uebergang zu Phragmidium bildet. — Uropyxis stellt einen Rosttypus aus den Südstaaten Nordamerikas dar von der Form der Puccinia, aber der Keimungsweise und Vergallertung des Gymnosporangium. Bei Uropyxis Amorphae (Curt.) Schröt. haben die Teleutosporen das Aussehen von Pucciniasporen, von denen jede in ein weites, krystallhelles Gehäuse eingeschlossen ist. Sie sitzen an farblosen, zarten Stielen, welche 5 μ breit sind, oft die Länge der ganzen Spore erreichen, die Beschaffenheit des Gehäuses besitzen, mit diesem verbunden sind, mit der eigentlichen Spore aber keinen Zusammenhang haben. Bei der Gattung Diorchidium Kalchbr. steht die Scheidewand nicht wie bei Puccinia in der Querrichtung, sondern in der Längsrichtung der Teleutospore. Meist ist in jeder Zelle ein Keimporus an dem dem Substrat abgewandten Ende vorhanden. Arten aus dem tropischen Amerika: Diorchidium binatum (Berk. et C.) De T., Uredo als Lecythea peziziformis beschrieben (Nicaragua), D. laeve Sacc. et Bizzozero, auf Manisuris granularis (Graminee) ist nach Magnus richtiger als Puccinia zu bezeichnen, D. pallidum Wint. und D. insueta (Wint.) Magnus (Brasilien). D. vertiseptum (Tracy et Gall.) Lagerh., auf Salvia ballotiflora (Neumexiko), D. lateripes (Berk. et Rav.) Magn., auf Ruelliaarten in Nordamerika.

Aus Afrika: Diorchidium Woodii Kalch., auf Milletia caffra (Port Natal), D. Steudneri Magnus (mit 2 Keimporen in jeder Zelle), auf Ormo carpum bibracteatum Bak. (Abessynien).

Rostrupia Lagerh. hat die Entwicklung von Puccinia, ist aber mehrzellig. R. Elymi (Westd.) Lagerh., R. tomipara (Trel.) Lagerh. (auf Bromus). Bei Coleopuccinia Patouill. sind die pucciniaähnlichen Teleutosporen nebst Stiel von seitlich mit einander

verschmelzenden Gallertscheiden umgeben. Bei der pucciniaähnlichen Gattung Chrysopsora (Ch. Gynoxidis Lagerh.), mit hellrothen Teleutosporen, und der cronartiumähnlichen Gattung Trichopsora (T. Tournefortiae Lagerh.), welche beide von Lagerheim in Ecuador entdeckt worden sind, zerfällt jede Zelle bei der Keimung (Basidienbildung) in vier Zellen, deren jede eine Sporidie bildet — die Teleutospore wird also selbst zur Basidie. Bei künstlicher Kultur zerfallen bei Puccinia Prainiana Barcl. (auf Smilax in Indien) wie auch bei anderen Arten die Basidienanlagen direkt in vier Theile (Oidien). Dietel begründet auf ein ähnliches Verhalten die Gattung Barclayella (B. deformans (Barcl.) Diet. Es dürfte aber noch zu untersuchen sein, ob unter natürlichen Verhältnissen nicht doch normale Basidien erzeugt werden. Sarcorhopalum tubiforme und curvifolium Rob. kommen in Indien auf Aspidium vor. Für Puccinidia Mayr (H. Mayr, Die Waldungen von Nordamerika, p. 433) werden 1—4zellige Teleutosporen, schwarze Uredosporen und weisse Aecidiosporen beschrieben. Eine der merkwürdigsten Rostpilzgattungen ist die auf Leguminosen (Mimoseen und Papilionaceen und in einer von v. Lagerheim entdeckten Art auf der Euphorbiacee Phyllanthus) vorkommende Gattung Ravenelia, welche 1886 von G. H. Parker in Cambridge monographisch bearbeitet wurde und danach von Cunningham weitere Bearbeitung erfahren hat. Man kennt bisher 12 Arten von dieser Gattung, deren Teleutosporen dadurch entstehen, dass eine Anzahl pucciniaähnlicher Sporenkörper seitlich mit ihren Stielen und den eigentlichen Sporen verschmelzen.

Die Ravenelia glandulaeformis Berk. et Curt. bildet bei Tephrosia Virginiana und hispidula auf beiden Blattseiten, besonders der unteren, Anschwellungen, indem das Mycelium ein dichtes, die Epidermis abhebendes Gewebe bildet, dem erst die Uredosporen, später die Teleutosporen entspringen. Letztere sind sehr gross und haben einen zusammengesetzten Stiel, auf den ein schirmförmiger oder blasig aufgetriebener Körper, die sogen. Cyste, folgt. Letzterer sitzt schliesslich die vielzellige Sporenmasse kappenförmig auf. Sie besteht am Rand aus einer Schicht, im Inneren aus zwei Schichten Zellen, welche von derber, brauner Wand umgeben sind. Die Cystenzellen sind leer, dünnhäutig und zerreissen bei der Sporenreife.

R. indica Berk. kommt in Indien und Mexiko auf Acacia vor. R. glabra K. et Cke., auf Acacia horrida und Calpurnia silvatica (mit Aecidium inornatum K.), R. sessilis Berk., auf Acacia Leb-

bek, R. aculeifera Berk. et Curt., aus Ceylon. Bei R. stictica Berk., auf Ceylon, und R. Tephrosiae Kalchbr. von Natal ist die Oberfläche der Sporenmasse feinhöckerig. R. minima Cke., auf Albizzia fastigiata, R. Hieronymi Speg. (mit dem reizenden, ausserordentlich üppigen Aecidium ornamentale Kalchbr.), auf Acacia Farnesiana, R. verrucosa Cke. et Ell., R. macrocystis Berk. et Br., R. Hobsoni Cooke (Ostindien), R. Texanus Ell. et Galloway, R. cassiaecola Atkinson, auf Cassia nictitans, Alabama. Von einigen Arten von Ravenelia sind ausser den Aecidien auch Uredosporen bekannt. Parker schildert die eigenthümliche Entwicklung der Teleutosporen, die in ihren ersten Anfängen an die von Hemileia erinnert, bei R. glandulaeformis B. et C. Diese Fruchtanlage entsteht aus einem Bündel verschmelzender Hyphen, die an ihrer Spitze Sporen abschnüren, und zwar am Rand einzellige, uromycesähnliche, im Innern zweizellige. Die Keimung der Teleutosporen hat B. M. Duggar (Bot. Gaz. XVII, p. 144) beschrieben.

Eine neue von G. v. Lagerheim entdeckte Gattung auf Cordia, Alveolaria (A. Cordiae und A. andina) bildet in der Teleutosporenform kurze, aber breite, cylindrische, vielzellige Säulen, die von oben etwa das Aussehen einer Raveneliateleutospore, seitlich ein mauerartiges Aussehen zeigen. Zur Sporenreife zerfällt der Fruchtkörper in einzelne horizontale, flache, kreisrunde Scheiben, deren jede einen ca. 50—60zelligen Sporenkörper darstellt. Alle Zellen der Sporenscheibe sind keimfähig und bilden, wie bei Puccinia etc., vierzellige Basidien. Bei Alveolaria Cordiae sind die Sporenscheiben 120—150 μ im Durchmesser und 40—50 μ hoch, bei A. andina 180—210 μ im Durchmesser und 70 μ hoch, lebhaft orangefarben.

Die gleichfalls von G. v. Lagerheim in Ecuador entdeckte Gattung Pucciniosira steht Endophyllum nahe, doch sind die durch Zwischenzellen getrennten, reihenförmig angeordneten Sporen nicht einzellig, sondern wie bei Puccinia zweizellig. (P. Solani auf Solanum; P. Triumfettae kommt auch in Brasilien vor.)

Bei der Gattung Sphaerophragmium Magn. erinnern die einfach gestielten Teleutosporen an Triphragmium, bestehen aber aus 4—9 und mehr Zellen, die einen kugligen bis ellipsoidischen Zellkörper bilden. Sphaerophragmium Acaciae (Cooke) Magn., dessen mehrtheilige, mit Widerhaken versehene Teleutosporen von Cunningham irrthümlich als zweite Sporenform zu Ravenelia gezogen wurden, besitzt Uredosporen, die einzeln auf

einem Sterigma abgeschnürt werden und von mehrfachen Kränzen von Paraphysen (welche auch zwischen den Uredosporen auftreten) umgeben sind. Die Uredosporen haben zwei seitliche Keimporen.

§ 153. Die so ausserordentlich mannigfaltige Gestaltung der Dauerchlamydosporen der Rostpilze bei den verschiedenen Gattungen findet sich bei einzelnen Arten sehr grosser Variabilität innerhalb derselben Species. So findet sich z. B. bei Puccinia Betonicae Alb. et Schw. innerhalb desselben Teleutosporenhäufchens die Uromyces-, Puccinia-, Triphragmium- und Phragmidiumform. Phragmidium Hedysari Schwein., auf Hedysarum paniculatum, ist dieser Variabilität wegen später erst Puccinia Hedysari und zuletzt Uromyces Hedysari Farl. benannt worden. Bei Puccinia heterospora B. et C., auf Abutilon aus St. Louis, fand ich (die anderwärts seltene) Uromycesform überwiegen. Sporengrösse und die Stellung der Zellwand schwankt in weiten Grössen. Letztere steht häufig vertikal (Diorchidium) in der Richtung des Stieles und zwar so, dass sie die Spore entweder der Längsrichtung oder der Breite nach durchsetzt. Bei manchen Rosten derselben Art überwiegt in der einen Gegend die Puccinia-, in der anderen die Uromycesform, oder sie tritt ausschliesslich auf. Aus solchen variablen Arten haben sich offenbar die jetzt stabilen, differenten Arten herausgebildet, die oft auf derselben Nährpflanze neben einander vorkommen (Uromyces Acetosae Schröt. — Puccinia Acetosae (Schum.); Uromyces Solidaginis Niessl. — Puccinia Virgaureae DC. — Uromyces puccinioides Berkl. et Müll. — Puccinia Saccardoi Ludw., auf Goodeniaceen Australiens etc.). Neben den so variablen Puccinia- und Uromycesarten haben die meisten unserer einheimischen Arten eine grosse Formbeständigkeit.

Innerhalb der einzelnen Rostpilzgattungen giebt es Unterabtheilungen von Arten, die nur Teleutosporen bilden (Leptopuccinia, Lepturomyces etc., wenn die Sporen sofort Basidien erzeugen, die noch auf dem lebenden Blatt neue Teleutosporenlager erzeugen — Micropuccinia, Micruromyces etc., wenn die Sporen erst nach dem Absterben der Blätter nach einer längeren Ruhepause keimen, hinfälligen Stiel haben etc.)[1]; Arten, die nur Spermo-

[1]) Ueber andere Teleutosporen, welche sofort nach der Reife keimen, vgl. die Zusammenstellung von P. Dietel Abh. aus d. Ver. d. Naturf. zu Greiz I 1889 oder Bot. Centralbl. 1880, Nr. 18/20.

gonien, Aecidien- und Teleutosporen bilden (Pucciniopsis, Uromycopsis etc.), solche, die Spermogonien, Uredo- und Teleutosporen bilden (Brachypuccinia, Brachyuromyes etc.), solche, bei denen nur Uredo- und Teleutosporen bekannt sind (Hemipuccinia, Hemiuromyces etc.), und solche, die Spermogonien, Aecidien, Uredo- und Teleutosporen bilden (Eupuccinia, Euuromyces etc.). Bei der Keimung der Aecidien entsteht bei der zweiten Gruppe stets ein Teleutosporen bildendes, bei der letzten ein uredobildendes Mycel. Das aus den Uredosporen entstandene Mycel kann wiederum Uredosporen oder, am Ende der Vegetationszeit (nach jenen), Teleutosporen bilden. Die aus den Teleutosporen hervorgehenden Basidien erzeugen Sporen, die bei der zweiten und letzten Gruppe in der Regel wiederum aecidienbildende Mycelien hervorbringen, bei der ersten wieder die Teleutosporen-, bei der dritten die Uredoform aus sich hervorgehen lassen. Bei manchen Arten von Eupuccinia, Euuromyces ist die Aecidienbildung fakultativ, findet nicht aller Orten statt, so bei Uromyces Trifolii (siehe da) und anderen Arten.

Viele Roste können in der Uredosporenform überwintern, daher auch an Orten jahrelang gedeihen, wo die zur Aecidienbildung günstigen Verhältnisse fehlen (Coleosporium Senecionis etc.).

Das Aecidienmycel kann bei einigen Arten (Uromyces Behenis, Scrofulariae, Cestri, Puccinia Berberidis) nachträglich Teleutosporen erzeugen, bei anderen (Peridermium Pini, Aecidium Falcariae, Aec. elatinum, Aec. Cyparissias, Caeoma zu Phragmidium subcorticium) überwintert es, um von Neuem Aecidien zu bilden.

Ebenso kann das Teleutosporenmycel überwintern und wieder Teleutosporen bilden, wie bei Gymnosporangium juniperinum, auch bei Uromyces Trifolii und Puccinia Pimpinellae, wo das gleiche Mycel auch Aecidien erzeugen kann. Unter den Arten, in deren Entwicklungscyclus Conidien, drei Chlamydosporenformen und Basidien gebildet werden, sind eine Anzahl, deren Entwicklung mit einem Wirthswechsel (heteröcischem Generationswechsel, Metaxenie) verbunden ist, indem die Keimung der Basidiosporen und die Bildung der Spermogonien und Aecidien aus ihrem Mycel nur auf einer bestimmten anderen Wirthspflanze möglich ist.

§ 154. Der „heteröcische Generationswechsel“ der Rostpilze ist wissenschaftlich 1865 von De Bary begründet worden. Mar-

shall hatte bereits 1782 die schädliche Wirkung des Berberitzenstrauches (Berberis vulgaris) auf das Getreide experimentell erwiesen, ohne von einem Pilz zu wissen. Er liess im Frühjahr einen grossen Berberitzenstrauch in die Mitte eines Weizenfeldes pflanzen und fand, dass im Spätjahr der Weizen durch die Rostkrankheit verdorben war, „das Stück glich dem Schweife eines Kometen, dessen Kern von dem Strauch selbst vorgestellt wurde; auf der einen Seite des letzteren erstreckte sich die Wirkung zwölf, auf der anderen Seite zwei Ellen weit.“ De Bary zeigte, dass derselbe Pilz, der auf der Berberitze (Spermogonien und darauf) die gelben Schüsselchen (Aecidien) bildet, dann nur auf Getreide und anderen Gräsern sich weiter entwickelt, daselbst den Rost (Uredo- und Teleutosporen) erzeugend. Die letzten Sporen dieses Pilzes, Puccinia graminis Pers., erzeugten „Sporidien“, welche wieder nur auf der Berberitze zur Entwicklung kamen und daselbst wieder Spermogonien und Aecidien erzeugten. Dass die Getreidefelder durch die Vermittelung von Berberis rostkrank werden, wird u. a. noch durch folgenden Versuch schlagend bewiesen. Die Paris-Lyoner Eisenbahngesellschaft hatte ihren Bahnkörper seit mehreren Jahren auf eine Strecke von einigen Kilometern mit Berberishecken eingefriedet. In Folge dessen wurden alle benachbarten Getreidefelder äusserst stark von der Rostkrankheit befallen. Die dringenden Beschwerden der benachbarten Grundbesitser veranlassten die Gesellschaft, eine besondere Kommission mit der Untersuchung des Sachverhaltes zu betrauen. Diese liess 1868 die Berberishecken auf etwa 400 Meter Länge entfernen. Im nächsten Sommer waren die den Berberishecken unmittelbar benachbarten Getreidepflanzungen sämmtlich von der Krankheit befallen, und bis auf 40 Meter Entfernung nahm ihre Intensität allmählich ab, weiter hinaus bis zu 1200 Meter waren nur noch geringe Spuren der Krankheit bemerkbar. Auf der gesammten Strecke, wo sich keine Berberishecke befand, war nichts vom Roste zu sehen. In der Folge wurde in den verschiedenen Staaten, zuerst in Neuengland, in Deutschland zuerst von der Gräflich Lippe'schen Regierung, eine amtliche Verordnung zur Ausrottung der Berberitze in der Nähe von Getreidefeldern erlassen.

Gegenwärtig kennt man folgende Fälle wirthswechselnder Rostpilze. (Die erstgenannte Wirthspflanze bezeichnet den Träger der Aecidien (I), die zweite den der Uredo- (II) und Teleuto- (III) Chlamydosporen.)

1. Getreide- und Grasroste.

1. Puccinia graminis Pers. . . . . Berberis — Secale etc.
2. P. rubigovera W. . . . . Borragineen — Triticum etc.
3. P. coronata Cord. . . . . . . Rhamnus Frangula — Gramineen.
3b. P. Periclymeni Plowr. . . . . Lonicera Periclymenum — Gramineen.
4. P. Sesleriae Reich . . . . . . Rhamnus saxatilis — Sesleria.
5. P. Moliniae Tul. . . . . . . Orchideen — Molinia.
6. P. Polliniae Barcl. . . . . . . Strobilanthes Dalhousianus — Pollinia nuda.
7. P. Chrysopogi Barcl. . . . . . Jasminum — Chrysopogon.
8. P. Poarum Niessl. . . . . . . Tussilago — Poa.
9. P. perplexans Plowr. . . . . . Ranunculus acris — Alopecurus.
10. P. persistens Plowr. . . . . . Thalictrum flavum u. minus — Triticum repens.
10b. P. Agropyri . . . . Clematis — Triticum glaucum.
11. P. Magnusiana Körn. . . . . . Ranunculus repens, bulbosus — Phragmites.
12. P. Trailii Plowr. . . . . . . Rumex Acetosa — Phragmites.
13. Phragmitis Schum. . . . . . . Rumex obtusifolius, crispus, conglomeratus etc. — Phragmites.
14. P. Phalaridis Plowr. . . . . . Arum maculatum }
15. P. Digraphidis Sopp. . . . . . Convallaria majalis etc. } Digraphis.
16. P. sessilis Sch. . . . . Allium ursinum }
17. Uromyces Dactylidis Otth. . . . Ranunculus bulbosus — Dactylis etc.
18 U. Poae Rabh. . . . . Ficaria verna, Ranunculus repens, bulbosus — Poa.
19. U. Spartinae Farl. . . . . . . Xanthium, Statice? — Spartina.

2. Roste der Ried- und Halbgräser.

20. Puccinia extensicola Plowr.. . . Aster Tripolium — Carex extensa.
21. P. Schoeleriana Plowr. et Magn. . Senecio Jacobaea — Carex arenaria.
22. P. obscura Schröt. . . . . . . Bellis perennis — Luzula.
23. P. silvatica Magn. . . . . . . Senecio nemorensis etc., Taraxacum — — Carex brizoides etc.
24. P. Eriophori Thüm. . . . . . Cineraria palustris — Eriophorum.
25. P. dioicae Magn. . . . . . . Cirsium lanceolatum u. oleraceum — Carex.
26. P. Vulpinae Magn. . . . . . Achillea Ptarmica, Chrysanthemum — Carex.
27. P. tenuistipes Rostr. . . . . . Centaurea Jacea etc. — Carex.
28. P. arenariicola Plowr. . . . . Centaurea nigra — Carex arenaria.
29. Uromyces Junci Desm. . . . . Pulicaria, Buphthalmum — Juncus obtusifolia etc.
30. Puccinia Caricis Schum. . . . . Urtica — Carex.
31. P. setigera Barcl. . . . . . . Urtica parviflora — Carex (Himalaya).
32. P. limosae Magn. . . . . . . Lysimachia vulgaris — Carex.
33. P. paludosa Plowr. . . . . . . Pedicularis — Carex.
34. P. Scirpi DC . . . . Nymphaea, Nuphur — Scirpus lacustris.

35. Uromyces lineolatus Desm. . . . Hippuris, Sium latifolium — Scirpus maritimus.

35b. Uromyces maritimus Plowr. (dem vorigen morphol. gleich) . . . Glaux maritimum — Scirpus maritimus.

3. Papilionaceenroste.

36. Uromyces Pisi (Pers.) . . . . . Euphorbia Cyparissias — Vicieen (Pisum, Vicia).

37. U. striatus Schröt. . . . . . Euphorbia Cyparissias — Medicago, Lotus, Trifolium.

4. Salicineenroste.

38. Melampsora Tremulae Tul. . . . Larix (Caeoma Laricis) — Populus tremula.

39. M. aecidioides DC . . . . . . Mercurialis (Caeoma Mercurialis) — Populus alba.

40. M. pinitorquum Tul. . . . . . Pinus silvestris — Populus tremula.

41. M. populina Jacq. . . . . . . Clematis — Populus nigra etc.

42. M. populina ? . . . . Allium oleraceum, vineale etc. — Populus.

43. M. farinosa Pers. . . . . . . Evonymus — Salix.

44. M. epitea Ktze. et Schmidt . . . Ribes (Caeoma Ribesii Lk.) — Salix.

44b. M. repentis Plowr. . . . . . Orchis (Caeoma Orchidis) — Salix repens.

5. Coniferenroste.

a) Abietineen.

40. Melampsora pinitorquum Tul. . . Kiefer — Aspe.

38. M. Tremulae Tul. . . . . . . Lärche — Aspe.

45a. M. betulina (Pers.) Wint. . . . Lärche — Birke.

45. Coleosporium Senecionis (Pers.) . Kiefer (Blasenrost, Permidermium Wolfii Kleb.) — Senecio silvaticus etc.

46. C. Rhinantacearum ? . . . . . Kiefern (Blasenrost, Perid. oblongata Kleb.) — (Euphrasia, Alectorolophus ?).

47. Cronartium asclepiadeum (Willd.) Kiefer (Blasenrost, Perid. Cornui Kleb.). — Cynanchum Vincetoxicum.

48. Cronartium ribicolum Dietr. . . Weymuthskiefer (Blasenrost, Peridermium Strobi Kleb.).

49. Calyptospora Goeppertiana Kühn. Tanne (Nadelrost) — Vaccinium Vitis Idaea.

50. Chrysomyxa Ledi (Alb. et Schw.). Fichte (Nadelrost) — Ledum.

51. Chrysomyxa Rhododendri (DC) . Fichte (Nadelrost) — Rhododendron.

[Aecidium conorum Piceae Reess gehört vielleicht zu Chrysomyxa pirolatum Körn., Aecidium strobilinum (Alb. et Schw.) zu Melampsora Vacciniorum (Link)].

b) Pomaceen und Junipereen.

52. Gymnosporangium juniperinum Wint. . . . . Pirus Aucuparia, Pirus Malus — Juniperus communis.

53. G. clavariaeforme Jacq. . . . (Pirus Malus?), Crataegus — Juniperus communis.
54. G. Sabinae Dicks. . . . . . Pirus communis — Juniperus Sabina.
55. G. biseptatum Ell. . . . . . . Amelanchier canadensis, Crataegus tomentosa, Cotoneaster Roestelia botryapites Schw.) — Cupressus thyoides und Libocedrus decurrens.
56. G. clavipes Cke. et Pk. . . . . Crataegus, Pirus Malus (Roest. aurantiaca Pk.) — Juniperus Virginiana und Juniperus communis.
57. G. macropus Lk. . . . . . . Pirus, Crataegus, Amelanchier (Roestelia pirata Schw.) — Juniperus Virginiana.
58. G. nidus avis Thaxt. . . . . . Amelanchier canadensis, Crataegus, Pirus — Juniperus Virginiana.
59. G. confusum Plowr. . . . . Mespilus (Aecidium Mespili), Cydonia vulgaris, Crataegus oxyacantha seltener auf Pirus communis — Juniperus Sabina.
60. G. Cunninghamianum Barcl. . . . Pirus Pashia — Cupressus torulosa.
61. G. globosum Farl. . . . . . . Crataegus, Pirus, Amelanchier — Juniperus Virginiana.

Die Aufdeckung dieser Wirthswechsel ist von hoher praktischer Bedeutung. Seitdem man weiss, dass Coniferen und Pomaceen sich befeinden, indem sie Zwischenwirthe für die Gymnosporangiumgenerationen sind, wird man die letzteren aus werthvolleren Coniferenanlagen, die Juniperus- und Cupressusarten aber aus Obstplantagen entfernen. Ehe man diese Kenntniss hatte, ahnte man nicht, dass ein einziger Birnbaum daran schuld war, dass in der Coniferenabtheilung eines botanischen Gartens kein einziger Sadebaum aufkam. So werden bei rationeller Forstkultur auf Grund dieser Erfahrungen in Kiefern- und Lärchenbeständen die Zitterpappeln (als Niederholz) nicht mehr zu dulden sein, da sie die Drehkrankheit der Nadelbäume erzeugen helfen. Die Senecioarten und Cynanchum Vincetoxicum sind aus den Kieferwaldungen fernzuhalten, da sie den Blasenrost, den Urheber der Kienpest (des Kienzopfes) übertragen. So bestehen durch Vermittlung der Rostpilze schädliche gegenseitige Einflüsse zwischen Getreidearten und anderen Gräsern einerseits, und Borragineen (Krummhals, Natternkopf etc.), Kreuzdorn, Faulbaum, Huflattig, Hahnenfussarten etc. andererseits, so dass die Nähe der letzteren ähnliche Wirkungen ausübt, wie die der Berberitze am Getreidefeld. So ferner Riedgräser einerseits, Brennnesseln, Lysimachia, verschiedene Compositen andererseits. Die Cypressenwolfsmilch wird zum Feind der Erbsenfelder. Die Poaarten können, indem

sie bei uns Träger sechs verschiedener Rostpilze sind (ähnlich wie der Hund als Träger der Bandwürmer für viele Thiere), einer ganzen Anzahl von Pflanzen gefährlich werden, Ficaria verna, Tussilago, Ranunculus, Berberis, Rhamnus.

Wie hierdurch eine gegenseitige Abhängigkeit dieser verschiedenen Pflanzen selbst eintreten kann (wo Tussilago Farfara häufiger ist, ist Poa von Puccinia Poarum oft so befallen, dass andere Pilze damit nicht konkurriren können, daher jene übrigen Pflanzen mehr oder weniger verschont bleiben. Die Gegenwart von Tussilago schützt Ficaria etc. vor Pilzkrankheiten, denen sie event. unterliegen könnten), zeigt noch folgende von Cornu (Bull. soc. bot. de France T. XXVII 1880 p. 129) mitgetheilte Erfahrung. Der Gartensalat (Lactuca sativa) wird in manchen Gegenden Frankreichs völlig verdorben durch einen Verwandten des Urhebers der Kartoffelkrankheit, durch Bremia Lactucae Regel. Nur in der Nähe der Kiefernwaldungen blieben die Salatpflanzungen gesund: Wie wirkt aber die Kiefer schützend auf den Salat? Der Pilz des Blasenrostes der Kiefer (Coleosporium Senecionis) entwickelt sich weiter auf Senecio. Die Senecioarten sind aber auch die Hauptträger von Bremia Lactucae Reg., die auf ihnen überwintert. Wo nun das Kreuzkraut von Coleosporium befallen ist — also in der Nähe von Kiefernwaldungen — kann die Bremia nicht gedeihen, also den Salat nicht inficiren. Hier ist die Einwicklung also vermittelt durch die Reihe: Kiefer-Blasenrost — Coleosporium — Senecio — Bremia — Salat. Die Molinia coerulea, ein Gras feuchter Wiesen, beherbergt Pilze, die ihre weitere Entwicklung auf Orchis, Listera (Puccinia Moliniae), Berberis (P. graminis) und Rhamnus (P. rubigovera) verbringen müssen, so dass auch diese in gegenseitiger Abhängigkeit stehen. Der Getreiderost könnte von Molinia wie von anderen Gräsern weiter entwickelt werden, wenn auch der Getreidebau jahrelang unterbrochen würde. Manche Rostpilze sind über ganze Familien verbreitet, wie z. B. Puccinia bullata Pers. über die der Umbelliferen, so dass hier die Kulturpflanzen (Anethum, Apium, Petroselinum) von anderen Unkräutern derselben Familie aus inficirt werden können (die giftige Aethusa Cynapium könnte durch den Pilz vernichtet werden). Diese Beispiele liessen sich noch leicht vermehren; sie zeigen, welch wichtige Rolle die Rostpilze spielen und dass sie auch bei der Zusammensetzung unserer Flora im Spiele gewesen sind (vgl. noch den Malvenrost).

§ 155. Die Rostpilze wie auch Peronosporeen und Erysipheen können indirekt das Zugrundegehen einer Pflanzenspecies bewirken, indem sie Schutzmittel derselben gegen den Frass der Schnecken (Heuschrecken etc.) unwirksam machen. Bekanntlich hat Stahl nachgewiesen, dass unsere einheimische Pflanzenwelt durch Rhaphiden, Gerbsäure, Bitterstoffe, Feilenhaare, Quarzeinlagerungen etc. derartig gegen Schneckenfrass geschützt ist, dass die Schnecken zwar nothdürftig ihre Nahrung erreichen können, aber die Ausrottung einer einheimischen Pflanzenspezies durch sie heutzutage unmöglich wäre. Dies gilt aber nur in Bezug auf gesunde Pflanzen. Von Pilzen befallene werden eifrig von Schnecken aufgesucht und trotz aller sonstigen Schutzmittel völlig zerfressen. Bei Tussilago Farfara (Puccinia Poarum) und Senecio Fuchsii (Puccinia conglomerata) fressen die Schnecken die fleischigen Aecidienpolster aus den Blättern gierig heraus, beschränken sich aber darauf, während ich z. B. in Thüringen die mächtigen Petasitesblätter der Gebirgsbäche, die von Coleosporium befallen waren, durch die Succinea putris völlig skelettisirt fand, wie auch eine Reihe anderer Pflanzen, die, sonst trefflich geschützt, von Pilzen befallen waren, längs der Flussufer von der Succinea in bedenklicher Weise zerfressen wurden. Um Greiz werden die Hopfenblätter da, wo sie von Sphaerotheca Castagnei befallen sind, durch die Strauchschnecke Helix fruticum völlig skelettisirt. Symphytum officinale von Erysiphe horridula, Cirsum oleraceum von Puccinia Hieracii, Bremia Lactucae, Chaerophyllum aureum und Angelica, von Puccinia Pimpinellae befallen, werden gleichfalls von den Schnecken zerfressen.

In den Rostpolstern trifft man eine Anzahl von Parasiten und thierischen Schädlingen. Von letzteren seien die kleinen, röthlichen Larven der Cecidomyiden Diplosis coniophaga Winn. und D. caeomatis Winn. genannt, welche man sehr häufig in den Polstern der verschiedensten Rostpilze trifft und welche sich hier von den Sporen nähren (also der Wirthspflanze in gewissem Grad förderlich sind). In anderen Pilzabtheilungen sind die Cecidomyidenlarven dem Pilz förderlich, leben mit ihm in einer Symbiose. So ist bei Rhytisma Asteris und Rh. Solidaginis ein Eindringen der Pilzschläuche in das Pflanzengewebe nicht möglich, ohne dass die Cecidomyia carbonifera den Weg bahnt. In den Gallen sind stets beide Elemente vertreten. Auch in den Cecidomyidengallen von Impatiens fulva findet sich ein karbonisirendes Mycel. Von Pflanzen-

parasiten der Rostpilze sind bekannt (einige sehr verbreitet): Darluca (Phoma) Filum Dum., Discosia Podisomatis C. et E., Fusarium parasiticum Ell. et Kell., Fusarium spermogoniopsis J. Müll., F. uredinicola J. Müll. (wohl nur Commensale der Rostpilze), Ascochyta contubernalis Oud., Ramularia Coleosporii Sacc., Cladosporium aecidiicolum Thüm. (Ascomyceten), ferner die Chytridiacee Olpidiella Uredinis Lagerh. in den Uredosporen von Uredo Airae Lagerh. P. Violae und P. coronata und die zweifelhafte Brandpilzgattung Tuberculina nur auf Aecidien: T. persicina Sacc. auf Aecidium und Endophyllum, P. vinosa Sacc. auf Roestelia cancellata, T. maxima Rostr. auf Peridermium Strobi. Auf Tuberculina schmarotzt wieder (Parasit III. Ordn.) Sphaeria loepophaga Tul. — Cuboni traf in den Polstern von Puccinia Hieracii auf Leontodon hastilis auch Bakterien.

Im Himalaya wird aus einem Rostpilz, dem dem Aec. ornamentale ähnlichen Aecidium esculentum Barcl., das auf Acacia eburnea wächst, eine beliebte Volksspeise hergerichtet, wie auch die durch Aecidium Urticae var. himalayense stark hypertrophirten Stengeltheile der Urtica parviflora in Indien und die von Aecidium corruscans befallenen jungen Fichtentriebe in Schweden roh gegessen werden („Mjölkomlor").

Die Zahl der bekannten Rostpilze beläuft sich (mit den noch unvollkommen bekannten Formen) auf etwa 1300, wovon auf die Gattung Puccinia gegen 500, auf Uromyces gegen 200, auf Aecidien und Uredoformen unbekannter Zugehörigkeit gegen 300 bezüglich 150 kommen. Die Vertheilung der verschiedenen Gattungen über die Phanerogamenfamilien ist eine sehr ungleiche. Manche Gattungen sind auf bestimmte Pflanzenfamilien beschränkt, wie die Phragmidiumarten auf die Rosaceen, Ravenelia auf die Leguminosen, Gymnosporangium auf die Pomaceen, Coniferen etc.

Während bei den verwandten Ustilagineen die Möglichkeit einer saprophytischen Verbreitung durch den Dünger, in welchem eine Entwicklung der Sporen erfolgt, nachgewiesen ist, sind bei den Uredineen saprophytische Entwicklungsformen bis jetzt nicht bekannt. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass sie existiren; wenigstens lässt sich die Ausbreitung verschiedener Roste durch die bisher bekannten parasitischen Fruchtformen nicht wohl erklären.

I. Gruppe: Pucciniei. Teleutosporen ein- oder zweizellig, jede Zelle nur mit einem Keimporus.

Puccinia. Teleutosporen zweizellig.

§ 156. Eupuccinia De By. Spermogonien, Aecidien, Teleutosporen.

Auteupuccinia. Alle Sporenformen auf derselben Nährpflanze gebildet.

P. Galii (Pers.) auf Asperulaarten und Galium. Sperm. Aec. Ur. Teleutosp. — Uredo in rothbraunen oder kastanienbraunen Häufchen. Sporen kuglig oder elliptisch, hellbraun, 22—30 μ lang, 17—22 μ breit, mit spitzen Stacheln besetzt. Teleutosporen in schwarzen, festen, rundlichen oder strichförmigen Polstern, keulenförmig nach unten in den Stiel verschmälert, 44—50 μ lang, 20—24 μ breit, am Scheitel kappenförmig verdickt, Stiel von Sporenlänge, bräunlich, fest.

Auf Rubiaceen kommen noch vor Puccinia Valantiae Pers. (Leptop.), P. rubefaciens Johans. (Leptop.), Puccinia helvetica Schröt. (Uredo und Tel.) und Melampsora punctiformis Barcl. et Diet. (letztere in Indien) auf Galium und Aparine. Auf anderen exot. Gattungen sind noch P. Spermacocis (Schw.) auf Spermacoce und Diodia, P. Galopinae Cke. (Teleutosp.) auf Galopina, P. Petanisiae Cke. (Ur. und Tel.) auf Petanisia, P. Leptodermis Barcl. P. Collettiana Barcl., Melampsora Leptodermis und eine Anzahl Aecidien- und Uredoformen bekannt.

P. Asparagi DC., Spargelrost. Spermogonien honiggelb, Aecidien in länglichen Gruppen am Stengel, mit weissem, zerschlitztem Rand, Sporen 15—28 μ breit. — Uredo in zimmtbraunen Häufchen. Sporen 20—30 μ lang, 17—25 μ breit, hellbraun, dicht mit feinen Stacheln. — Teleutosporen in festen, schwarzbraunen Polstern oft den ganzen Stengel überziehend, elliptisch, am Grund und Scheitel abgerundet, glatt. Scheitel dick und dunkler. Stiel sporenlang, bräunlich, fest. Auf Asparagus officinalis. Aec. im Mai. Uredo- und Teleutosp. bis in den November. — Aehnlich P. Thesii (Desv.) auf Thesiumarten.

P. Calthae Lk. auf Caltha palustris und Ficaria verna. Spermog. Aecidiensporen 20—30 μ breit; Uredo in kastanienbraunen Häufchen, Sporen kuglig oder elliptisch, 24—28 μ lang, 20—22 μ breit, kurzstachelig. — Teleutosporen in schwarzbraunen, festen,

kreisförmigen Häufchen, spindelförmig, beidseitig verschmälert, braun, glatt, 33—44 μ lang, 13—22 μ breit, am Scheitel mit hellerer, 5—7 μ langer Spitze. Stiel dick, fest, von Sporenlänge.

P. Zopfii Wint. auf Caltha palustris und C. leptocephala. Aec. und Ur. wie bei voriger Art, aber Teleutosporen auf ziemlich langem, dickem Stiel, elliptisch oder oblong, schwach eingeschnürt, am Grunde abgerundet, am Scheitel mit kappenförmiger Verdickung, dicht feinwarzig, kastanienbraun, 35—60 μ lang und 20—35 μ breit.

P. Helianthi Schwein., der Sonnenblumenrost, von Schweinitz in Südcarolina entdeckt, war früher allein aus Russland bekannt, wo er massenhaft auf den kultivirten Sonnenblumen auftrat. Vermuthlich durch russische Getreidetransporte (oder durch Vieh, Wolle) ist derselbe um 1876 sporadisch in Deutschland aufgetreten und hat sich dann so verbreitet, dass er jetzt durch ganz Deutschland und Oesterreich verbreitet, wie es scheint, aber bei uns auf Helianthus tuberosus nicht übertragbar ist. In seiner Heimath findet er sich auf Helianthus annuus, mollis, rigidus, occidentalis, decapetalus, strumosus, tuberosus, hirsutus, doronicoides etc. Es kommen bei ihm Spermogonien, Aecidien mit weisser Peridie, Uredo und Tel. vor. Uredo in kastanienbraunen Häufchen, Sporen kuglig bis eiförmig, 22—26 μ lang, 17—22 μ breit. Teleutosporen in schwarzbraunen Polstern, elliptisch, glatt, dunkelbraun, am Scheitel mit hellerer Kappe, am Grund abgerundet, Stiel etwa von Sporenlänge, 38—44 μ lang, 24—27 μ breit.

P. acuta Berk. et Müll. ist eine exotische Species auf Lobelia pedunculata, anceps, platycalyx, ebenso wie die Puccinia Lobeliae Gerard, die nur in der Teleutosporenform bekannt ist. Vor nahezu 60 Jahren wurde in botanischen Gärten in Deutschland zunächst von Unger, dann von Alexander Braun in Freiburg eine Uredoform, Uredo Lobeliae Ung., auf Lobelien gefunden, die aber ebenso wie ein brauner Rost auf Pelargonium wieder verschwand und seitdem nicht wieder beobachtet worden ist. Auch Coleosporium Campan. findet sich auf Lobelien.

P. obtusa Schröt. mit Spermogonien, Aec., dunkelbraunem Uredo. Uredosporen kuglig oder 22—26 μ lang, 19—22 μ breit. Teleutosporen in lockeren schwarzbraunen Häufchen, elliptisch, oben und unten abgerundet, etwas eingeschnürt. Dunkelbraun, glatt, am Scheitel mit einfacher Verdickung, 36—44 μ lang, 18—26 μ breit, auf Salvia verticillata.

P. Gentianae (Strauss), der Enzianrost (vgl. auch bei Botrytis eine Krankheit des Enzian) auf den Enzianarten. Spermogonien honiggelb. Aecidien mit weisser, am Rand zerschlitzter Peridie. Sporen 17—23 μ lang, feinwarzig. Uredo in rundlichen, von der Oberhaut bedeckten, hellbraunen Häufchen. Sporen elliptisch oder eiförmig, 20—28 μ lang, 17—22 μ breit. Teleutosporen in kleinen, schwarzbraunen, staubigen, von der Oberhaut anfangs blasenförmig bedeckten Häufchen, beidseitig abgerundet, kaum eingeschnürt, am Scheitel schwach verdickt. Stiel farblos, leicht losreissend.

P. Porri (Sow.) Wint., der Zwiebelrost, mit Aecidien, rostrothem Uredo in anfangs blasenförmigen Häufchen (Sporen 20—28 μ lang, feinstachelig). Teleutosporenlager lange von der Oberhaut bedeckt, blaugrau durchscheinend. Sporen häufig einzellig, ei- oder birnförmig, 25—28 μ lang, 15—17 μ breit, die zweizelligen 28—40 μ lang, 20—22 μ breit, am Grund meist flaschenförmig in den Stiel verschmälert, braun, glatt, am Scheitel abgerundet, nicht verdickt, etwas eingeschnürt, Stiel zart. Auf Zwiebeln, Porree, Schnittlauch und wilden Alliumarten. Die Form dieser Art mit vorwiegend einzelligen Sporen und fehlendem Aecidium ist als Uromyces ambiguus DC. beschrieben worden. Sonst kommen auf Allium noch vor:

Puccinia Allii (D C.) Wint., mit unregelmässig rundlich elliptischen, gelben Uredosporen, 22—30 μ lang, 17—23 μ breit, und Teleutosporen, die meist verlängert, keulenförmig, in der Mitte eingeschnürt, am Scheitel stark verdickt, 35—80 μ lang, 17—30 μ breit sind; zwischen ihnen sind zahlreiche dickwandige, braune Paraphysen; Uromyces acutatus Fuck. (auch auf Gagea), U. Erythronii (DC.) und U. primaverilis Speg., ersteres mit Uredo und Teleutosporen, letztere mit Aecidien und Teleutosporen, vgl. auch die wirthswechselnden Pilze P. sessilis Sch., Melampsora populina (Java). Schlimmer als der Zwiebelrost ist der Zwiebelbrand (Urocystis cepulae).

Die häufigeren Compositenpuccinien.

§ 157. P. Tanaceti DC., der Rost der Beifussarten auf Artemisia vulgaris, A. Absinthium, Abrotanum, Dracunculus etc.; Tanacetum vulgare, Chrysanthemum corymbosum, Senecio etc. Aecidien auf grossen, unregelmässig gelblichen oder bräunlichen Flecken, kurzcylindrisch, schüsselförmig, mit weisser, am Rand geschlitzter

Peridie. Sporen polygonal, 16—22 μ breit. Uredolager klein, rundlich, am Stengel verlängert, früh nackt, hellbraun, Sporen elliptisch, 19—35 μ lang, 14—26 μ breit. Teleutosporen in kleinen, rundlichen, schwarzbraunen Polstern auf sehr langem, festem Stiel, elliptisch oder oblong, intensiv kastanienbraun, 30—60 μ lang, 17—28 μ breit. Der kappen- oder kegelförmig verdickte Scheitel ist hier intensiv braun hierdurch und durch das (bei stärkerer Vergrösserung und Trockenuntersuchung) bis zum Grund dicht warzige Epispor unterscheidet sich diese Art deutlich von P. Helianthi. In Breslau ist der Pilz auf dem Esdragon (Artemisia Dracunculus) der Gärten sehr verbreitet. Schröter giebt für diese Art kein Aecidium an.

P. Cirsii lanceolati Schröt., Distelrost, Aecidium in kleinen Gruppen, weit becherförmig, Sporen elliptisch, hellorangeroth. Uredo in kastanienbraunen Häufchen mit kugligen oder elliptischen Sporen, 24—30 μ lang, 20—25 μ breit, mit drei seitlichen Keimporen. Teleutosporen in den Uredohäufchen auftretend oder in schwarzbraunen Häufchen, elliptisch, 33—42 μ lang, 22 bis 26 μ breit, dunkelkastanienbraun, meist glatt, am Scheitel schwach verdickt oder flach, kappenförmig. Auf Cirsium lanceolatum.

Der nahe verwandte Rost der Cichoraceen und Cynareen auf Cichorien, Kletten, Carduus, Cirsium oleraceum, palustre etc., Carlina, Centaurea, Crepis, Hiiracium, Hypochaeris, Leontodon, Picris, Taraxacum, und auf der Schwarzwurz (Scorzonera), Puccinia Hieracii (Schinn.) Wint. (P. flosculorum), der gemeinste Compositenrost, unterscheidet sich durch den Mangel der Aecidien. Er bildet nur honiggelbe Spermogonien, Uredo- und Teleutosporen in dunkel- bis schwarzbraunen Häufchen. Bei den Teleutosporen, die (trocken), feinwarzig sind, liegt, wie auch bei P. Lampsanae, in der oberen Zelle der Keimporus meist etwas seitlich vom Scheitel, bisweilen in der Zellmitte, in der unteren Zelle in der Mitte oder in der unteren Zellhälfte. Bei P. Cirsii lanceolati liegt der Keimporus in der oberen Zelle genau apical, in der unteren dicht unter der Scheidewand. Dies ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal beider Roste.

Nach den Untersuchungen von Magnus sind die Puccinia Heterophylli Magn. auf Cirsium und P. Cirsii Erisithalis Magn., die der Aecidien ermangeln, gleichfalls von P. Cirsii lanceolati zu scheiden. Die Aecidien mancher Disteln gehören zu heteröcischen Arten (so z. B. Puccinia dioeca).

Puccinia suaveolens (Pers.) erzeugt gleichfalls Spermogonien, Uredo- und Teleutosporen auf Cirsium arvense und Centaurea Cyanus. Die Spermogonien sind über die ganze Unterseite der Blätter verbreitet, meist über die ganze Nährpflanze, die dadurch verkrümmt und schmächtiger wird, honiggelb, stark honigartig riechend. Uredo- und Teleutosporen treten sogleich nach den Spermogonien in röthlich-, dann schwarzbraunen, über die ganze Blattfläche zerstreuten Flecken auf; nach dem Verschwinden der Spermogonien bilden sie isolirte schwarzbraune Häufchen. Uredosporen 21—28 μ lang, 20—23 μ breit; Teleutosporen elliptisch, am Scheitel abgerundet, am Grund elliptisch verschmälert, 26—40 μ lang, 17—24 μ breit, fein punktirt. Stiel farblos, leicht abreissend. — Auch eine Leptopuccinia kommt auf Disteln vor.

Puccinia Asteris Dub., der Rost der Astergewächse, auf Gartenastern und wilden Asterarten, Achillea millefolium, A. Ptarmica etc., Doronicum, Cirsium oleraceum, Centaureaarten, Serratula, Kriegia virginica, Callimeris altaica. Sporenhäufchen schwarzbraun, rundlich, fest; Sporen keulenförmig, am Grund in den Stiel verschmälert, 35—44 μ lang, 15—22 μ breit, gelbbraun, am Scheitel verdickt auf 7—9 μ, dunkler.

Puccinia Lampsanae (Schultz) auf Lampsana communis und Crepis paludosa. Spermogonien zusammenstehend, Aecidien in runden Flecken mit weisser Peridie, Sporen 17—20 μ lang, 17 μ breit. — Uredo in rundlichen, kastanienbraunen Häufchen, Sporen kuglig, elliptisch oder eiförmig, 17—22 μ lang, 15—17 μ breit, von hellbrauner Membran. Teleutosporen kleine, dunkelbraune Häufchen bildend, kurzelliptisch oder eiförmig, beiderseits abgerundet, wenig eingeschnürt, 22—30 μ lang, 17—22 μ breit, undeutlich punktirt. Keimung wie bei P. Hieracii, Stiel sehr zart.

P. Crepidis Schröt. auf Crepis virens und C. tectorum. Spermogonien zerstreut zwischen den Aecidien. Letztere gleichmässig von einander entfernt, die Blattfläche etc. gleichmässig bedeckend. Rand der Peridie glatt. — Uredo 20—25 μ lang, 16—20 μ breit. Teleutosporen den vorigen ähnlich, 20—30 μ lang, 17—22 μ breit.

P. Prenanthis (Pers.), Salatrost. Spermogonien. Aecidien in meist kreisförmigen Flecken, ohne ausgebildete Peridie, eingesenkt, ungesäumt. Sporenmembran farblos, warzig. — Uredohäufchen hellrostbraun, Sporen kuglig, Membran ockerfarben, mit 3 Keimporen. Teleutosporen mit schwarzbraunen, staubigen Häufchen,

elliptisch oder eiförmig, beiderseits abgerundet oder oben abgeflacht, 28—33 (40) μ lang, 20—25 μ breit, kastanienbraun, punktirt, Stiel sehr zart, farblos. Auf Lactuca sativa, virosa, muralis, Scariola etc., Mulgedium alpinum etc., Prenanthes purpurea.

Von sonstigen Compositenrosten seien noch erwähnt:

Von Auteupuccinien: Puccinia Tragopogonis (Pers.) auf Scorzonera und Tragopogon (hier nur ausnahmsweise Uredo bildend), P. montana Fuckel auf Centaurea montana (P. MacOwani Wint. auf Helichrysum petiolatum). — Mit Aecidien und Teleutosporen: Puccinia Senecionis Lib. auf Senecio Fuchsii, nemorensis, Jacobaea, aquaticus etc., Homogyne, Adenostyles (P. tenuis Schr. auf Eupatoriumarten etc.). — Mit Uredo- und Teleutosporen: (P. tinctoria Speg. auf Eupatorium tinctorium, P. Schileana Speg. auf Eupatorium macrocephalum, P. Helichrysi A. et Cke. auf Helichrysum petiolatum), P. Sonchi (Rob.) auf Sonchus arvensis und oleraceus, P. Tanaceti Balsamitae auf Tanacetum Balsamita und Pyrethrum leucanthemum. Von den ausländischen Leptopuccinien dürften die meisten mit P. Asteris identisch sein; wesentlich davon abweichend ist aber die am Kap wachsende P. aecidiiformis Thüm. auf Nidorella mespilifolia DC., welche auf Blättern und Stengeln hellbraune, später zur Keimzeit weissgelbe Polster von Form eines Aecidiums bilden. P. Virgaureae (DC.) Wint. und seine Beziehung zu Uromyces Solidaginis Niessl wurde früher erwähnt.

Puccinia Violae Schum., der Veilchenrost, ist ein auf wilden Veilchen und Gartenveilchen häufiger Pilz mit Spermogonien, Aecidien, Uredo- und Teleutosporen. Letztere bilden rundliche, schwarzbraune, staubige Häufchen, sind elliptisch oder eiförmig, meist nach unten verschmälert, nicht eingeschnürt, 23—27 μ lang, 16—18 μ breit, am Scheitel mit uhrglasartiger Verdickung. Auf kultivirten Veilchen findet sich auch noch die P. aegra Grove mit Aec., Ur. und Tel., auf Viola palustris, epipsila etc. P. Fergussoni Berk. et Br., auf V. biflora Uredo alpestris Schröt. und P. alpina Fuckel (nur Teleutosporen beobachtet), auf V. primulaefolia L. P. hastata Cke.

P. Menthae Pers. erzeugt auf der Pfeffermünze und anderen wilden und kultivirten Minzearten Spermogonien, Aecidien, Teleutosporen.

Hierher gehören noch P. Adoxae Hedw., P. Pimpinellae (Strauss) Lk., P. Silenes Schröt.

§ 158. **Hetereupuccinia.** Spermogonien und Aecidien auf anderer Nährpflanze als Uredo- und Teleutosporen.

Die Getreideroste.

Puccinia graminis Pers., der Gras- oder Getreiderost, bedroht am allermeisten den **Weizen**, sehr heftig den **Roggen**

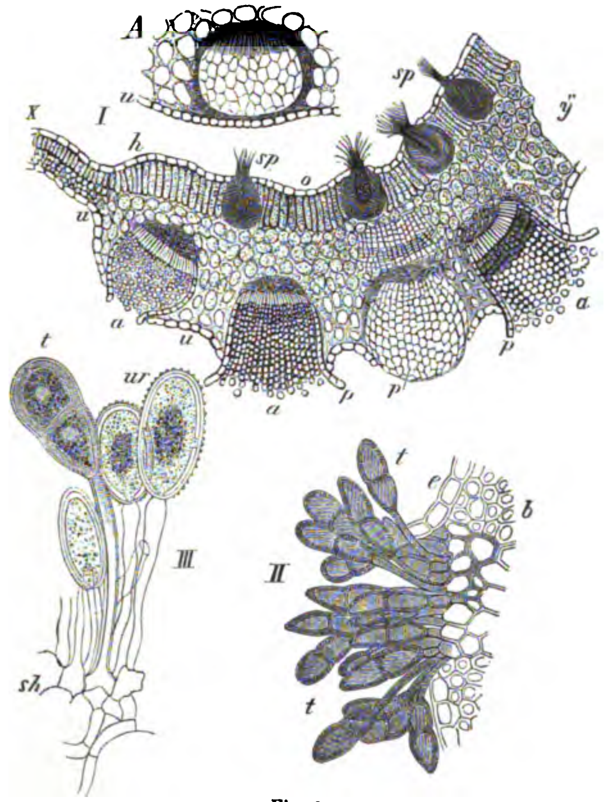


Fig. 8.

Puccinia graminis nach Sachs und De Bary. — *A* Theil eines Blattquerschnittes von Berberis vulgaris mit einer jungen Aecidienfrucht; *I* Blattquerschnitt von Berberis mit Spermogonien *sp* und Aecidienfrüchten *a*, *p* die Peridie der letzteren; bei *x* natürliche Dicke des von *u* bis *y* monströs verdickten Blattes. *II* Teleutosporenlager auf dem Queckenblatt, *e* dessen zerrissene Epidermis, *b* dessen Zellgewebe unter der letzteren, *t* Teleutosporen. *III* Theil eines Uredolagers mit Uredosporen *ur* und *t* einer Teleutospore.

und tritt in geringerer Ausdehnung auf **Gerste** und **Hafer** (in Schweden aber nach **Eriksson** auf letzterem am heftigsten) auf. Daneben findet er sich aber auch auf zahlreichen Gräsern. **Schröter** führt von letzteren die folgenden Wirthspflanzen auf: Anthoxanthum odoratum, Alopecurus pratensis und fulvus, Phleum pratense, Agrostis

vulgaris und alba, Aira caespitosa, Avena fatua, Briza media, Arrhenaterum elatius, Poa Chaixi β remota, Poa palustris, Dactylis glomerata, Festuca gigantea, Bromus asper, Triticum repens, T. caninum, Elymus giganteus und arenarius, Hordeum murinum, H. Spica, H. zeocrithum, Lolium perenne. Das zarte, gegliederte, verzweigte Mycelium durchwuchert in der Regel die Intercellularräume dieser Gramineen und erzeugt nach Ende Mai die Uredosporen, die an allen grünen Stellen der Nährpflanze in rostrothen, linienförmigen Rasen hervorbrechen. Die Uredosporen sind langelliptisch oder eiförmig, 24—26 μ lang, 14—15 μ breit, mit hellbräunlicher Membran versehen, die zugespitzte Stacheln trägt und 2—4 (nach Schröter 2 sehr deutliche, nach Kny meist 4) äquatoriale Keimporen besitzt. Der Inhalt besteht aus körnigem, im mittleren Theile lebhaft orangefarbenem Protoplasma. Die Uredosporen brechen leicht von den Stielen ab und sind sofort keimfähig, bewahren aber an trockenem Orte die Keimfähigkeit 2 Monate lang. Durch den Wind verbreitet, gelangen sie auf neue Getreidepflanzen und treiben hier durch die Keimporen Keimschläuche, welche durch eine Spaltöffnung in die Intercellularräume der Wirthspflanze eindringen und hier ein reichverzweigtes Mycel bilden. Etwa 8 Tage nach der Aussaat treten auf den inficirten Pflanzen neue Uredolager auf, deren Sporen wieder in gleicher Weise keimen. Die Uredomycelien bilden sehr bald die zweizelligen Teleutosporen, welche zunächst eine bräunliche Verfärbung der rostfarbenen Streifen bewirken. Sie treten neben den Uredosporen immer häufiger auf und verdrängen auf den Getreidearten gegen Ende des Sommers hin die Uredosporen völlig. Manche Gräser, wie Alopecurus, Phleum, Briza, nach von Thümen auch Holcusarten, erzeugen aber das ganze Jahr über Uredosporen, entweder ausschliesslich oder nebenbei, so dass der Pilz auf den Gräsern auch in der Uredoform überwintern und sich im Frühjahr direkt von hier aus weiter verbreiten kann. — Die Teleutosporen bilden lange, strichförmige, feste schwarze Krusten, die oft den ganzen Stengel umziehen, sind verschieden gestaltet, meist keulenförmig oder fast spindelförmig, am Scheitel abgerundet oder zugespitzt, stumpf, 33—66 μ lang, 16—20 μ breit, gelbbraun, am Scheitel bis 10 μ verdickt, dunkelbraun, am Grund in den Stiel verschmälert. Stiel bis 60 μ lang, fest, gelbbraun. Nach der Reife bleiben die Teleutosporen an den vertrocknenden Theilen der Nährpflanze haften. Erst nach mehrmonatlicher Winterruhe entwickelt sich aus dem Keimporus jeder

der beiden Zellen ein zartes, vierzelliges Basidium von der 2—3fachen Länge der Teleutospore, das aus jeder Zelle ein Sterigma aussendet, an dessen Ende sich je eine zartwandige Spore abgliedert. Die Sporen werden weiterverbreitet und keimen bald. Auf den Gräsern winden sich die Keimschläuche, aber ordnungslos, nach verschiedenen Seiten und sterben rasch ab. Von allen untersuchten Pflanzen sind es nur die Berberideen (Berberis, Mahonia), bei denen es bisher gelungen ist, die Sporidien zur Weiterentwicklung zu bringen, auf dem Berberitzenblatt dringen ihre Keimschläuche bereits nach 24 Stunden durch die Epidermis ein und erzeugen ein Mycelium. Nach 6—10 Tagen treten die ersten gelben Flecken mit Spermogonien und wenige Tage später die Aecidien auf, erstere meist an der Oberseite, letztere an der Unterseite des Blattes. Beide treten bis gegen Anfang Juli dann gemeinsam auf. Das Mycelium hat hier noch eine mehrwöchentliche Dauer, geht aber dann zu Grunde. Bei einem anderen Berberitzenrost, dem Aecidium Magelhaenicum Berkl., welcher eine Hexenbesenbildung der Berberitze verursacht, perennirt das Mycelium. (Es ist interessant, dass auf der Berberitze auch noch eine Puccinia Beberidis Mont. vorkommt, die ebenso wie die mit langstacheligen Teleutosporen versehene Puccinia Podophyli Schw. auf einer anderen Berberidee, Podophyllum peltatum, Aecidien und Teleutosporen auf derselben Nährpflanze bildet. Puccinia mirabilissima Pk. erzeugt auf Berberis repens Uredo- und Teleutosporen und Uromyces sanguineus Peck. auf Mahonia aquifolia bildet nur Teleutosporen.) Die Spermogonien der Puccinia graminis sind honiggelb, von widerlichem Honiggeruch; die Aecidien treten in kreisförmigen oder schwieligen Polstern auf, sind kurz cylindrisch, zuweilen aber langröhrig, mit weisser, am Rande zerschlitzter Peridie. Sporen 14—26 μ breit, glatt, mit orangerothem Inhalt. Die Aecidiensporen, welche leicht verstäuben, keimen nur auf Gramineen; etwa 2 Tage nach der Aussaat dringen die Keimschläuche in die Spaltöffnungen ein und nach 6—9 Tagen brechen bereits von den durch sie gebildeten Mycelien aus die rothgelben Uredosporen aus der Epidermis hervor. — Durch Ausrotten der Berberitze hat man hie und da die Rostkrankheit eingeschränkt, doch tritt die Krankheit auch an solchen Orten noch auf, da der Pilz auch in der Uredoform auf wilden Gräsern zu überwintern vermag, vielleicht auch hie und da zu einer Hemi-Puccinia geworden ist. Ob auch eine saprophytische Entwicklung des Pilzes (etwa von den Conidien aus), ähnlich wie bei den Ustilagineen, möglich ist, ist noch nicht ermittelt. In Südaustralien, wo

sich weder Berberis noch Mahonia findet, tritt doch die Puccinia fortgesetzt auf, wenn man auch vielfach diese Art mit der folgenden, die in Australien grösseren Schaden anrichtet, verwechselt haben dürfte. Es scheint dort also eine ausschliessliche Vermehrung (durch Uredo) ohne Aecidien vorzukommen, ähnlich wie in Nordamerika der Rost auf Luzulaarten, Puccinia obscura, keine Aecidien auf Bellis perennis bilden kann, da diese Pflanze dort fehlt. (Die Teleutosporen werden bei dieser amerikanischen Form, var. vernalis Peck, im Mai mit der Uredo gebildet.)

Ausrottung der Berberitzen und der Quecken (Triticum) in der Nähe der Getreidefelder, Vernichtung rostigen Strohes und rostiger Stoppeln, Entwässerung des Bodens, Herstellung freier, luftiger Lagen sind die Hauptmittel gegen den Rost.

Puccinia rubigovera (DC.) Wint., der Stroh- oder Streifenrost des Getreides, war schon den Alten bekannt und galt als Strafe des Gottes Robigo, zu dessen Versöhnung Numa Pompilius die alljährlich am 14. April gefeierten Feste der Robigalia einsetzte. Er wie die Puccinia graminis richtet in manchen Ländern grossen Schaden an. So wurde der Rostschaden in Dänemark z. B. 1862 auf mehrere Millionen Reichsthaler geschätzt. Am häufigsten tritt dieser Rost in der Uredo- und Teleutosporenform auf Weizen und Roggen, seltener auf Hafer und Gerste, dagegen massenhaft auf verschiedenen wildwachsenden Gräsern: Alopecurus, Calamagrostis, Agrostis, Milium, Holcus, Festuca, Bromus, Triticum, Elymus, Trisetum, namentlich auf den Trespenarten (Bromus) auf. Uredo in kleineren Häufchen als bei dem gemeinen Grasrost, selten so lang gezogen, mehr ins Ziegelrothe gefärbt; Sporen kuglig oder kurzelliptisch, 20—22 μ lang, 16—20 μ breit, mit meist 4 flachen, unregelmässig gestellten Keimporen. Die Uredoform tritt das ganze Jahr hindurch auf, oft so, dass bereits durch sie die jungen Saatpflanzen getödtet werden. Die Teleutosporen bilden bedeutend kleinere Pusteln als die der vorigen Art, mit der sie oft zugleich vorkommt; die schwarzen Pusteln sind rundlich oder streifenförmig und bleiben fast immer von der Oberhaut bedeckt, so dass sie meist nur als undeutliche, dunkle, kleine Blattflecke erscheinen und leicht von den freien tiefschwarzen Pusteln der P. graminis zu unterscheiden sind. Die dunkelbraunen Teleutosporen, meist 35—45 oder über 50 μ lang, 13—24 μ breit, sind fast genau keulenförmig mit abgestumpftem Scheitel und sehr kurzem, fast fehlendem Stiel. Der Rand der Teleutosporenlager ist mit dicht stehenden, keulenförmigen, braunen Paraphysen besetzt.

Häufig finden sich zwischen den zweizelligen Sporen einzellige von gleicher Grösse. Eine fast rein einzellige Form (bis 45 μ lang), var. simplex Körn. (Puccina anomala Rostr.), findet sich auf wilden und kultivirten Gerstenarten. Die Basidiensporen scheinen auf Grasarten nicht zu keimen, keimen aber leicht auf Borragineen und bilden hier auf dem Ackerkrummhals (Anchusa [Lycopsis] arvensis), den Ochsenzungenarten (Anchusa officinalis etc.), dem Borretsch (Borrago officinalis) und Lungenkrautarten (Pulmonaria und Nonnea) Spermogonien und Aecidien. (De Bary hat für das Aecidium auf Anchusa die Zugehörigkeit 1866 festgestellt, für die Aecidien auf den anderen Arten ist die Identität wahrscheinlich.) Aecidium Symphyti Thüm. dürfte nicht dazu gehören. Aecidien dicht in grossen, bis 1 cm langen Flecken mit flacher, weiter, weisslicher, am Rande zerschlitzter Peridie. Sporen 18—28 μ lang, mit farbloser Membran und orangefarbenem Inhalt. Zur Bekämpfung dieses Rostes, der besonders der Frühjahrssaat gefährlich ist, die er oft ganz zu Grunde richtet, sind die Anchusaarten etc. von den Feldern zu beseitigen, noch mehr aber ist die weiche Trespe, Bromus mollis, eine überall verbreitete Grasart, welche einer der Hauptinfectionsträger der P. rubigovera ist, von den Feldern fernzuhalten. Sie ist allenthalben (auch da, wo, wie z. B. um Greiz Anchusa und andere Borragineenäcidien bildende Arten ganz fehlen) bis in den Winter hinein von dem Uredo bedeckt, den sie überwintert. Durch die weiche Trespe wird dann auch das Wintergetreide in der jungen Saat von dem Strohrost inficirt. Auch auf Trisetum flavescens findet sich meist nur Uredo.

Puccinia coronata Corda, der Kronenrost des Hafers, kommt von den Getreidearten allein auf dem Hafer vor, daneben aber auf vielen wilden Gräsern: Phalaris, Alopecurus, Calamagrostis, Agrostis, Holcus, Arrhenaterum, Avena, Festuca, Bromus, Triticum, Lolium. Die Uredolager sind denen von P. graminis ähnlich; Sporen kuglig, 20—24 μ lang, 17—20 μ breit, mit 3—4 nicht sehr stark ausgeprägten Keimporen. Teleutosporenlager oblong oder linealisch, meist in kurzen Längsreihen, sehr lange von der Epidermis bedeckt. Sporen kurzgestielt, keulenförmig, 40—60 μ lang, 13—17 μ breit, am Scheitel mit 4—8 hornartigen, stumpfen, ungleich langen, verbogenen Fortsätzen versehen. Die Teleutosporenlager haben anfänglich mit denen der vorigen Art einige Aehnlichkeit, treten aber fast ausschliesslich auf den Blättern, beidseitig, auf, während die des Streifenrostes sich fast immer

nur auf den Blattscheiden und Halmen befinden. Die Basidiosporen entwickeln sich auf Rhamnus cathartica und Frangula Alnus weiter (Aecidium Rhamni Pers. bildend). Spermogonien honiggelb, Aecidien in 2—10 cm langen, die Zweige verkrümmenden oder die Blätter blasig auftreibenden Polstern. Aecidien cylindrisch mit weissem, zerschlitztem Rand, Sporen 17—26 μ lang, 13—17 μ breit. — Es ist bemerkenswerth, dass auf Rhamnus Alaternus in Portugal und auf Rhmanus croceus in Californien eine Puccinia vorkommt, die nur Teleutosporen bildet und durch fingerförmige Fortsätze am Scheitel der grasbewohnenden P. coronata gleicht, deren Aecidium auf Rhamnusarten zur Ausbildung gelangte. Diese Art heisst Puccinia Mesneriana Thüm. Ihr gleicht die von Ellis und Harkness auf Rh. croceus aus Californien beschriebene P. digitata, sowie die von Schweinfurth entdeckte P. Schweinfurthii (Heim.), welche auf Rhamnus Staddo Hexenbesen bildet. Ausser der P. coronata bildet noch eine zweite grasbewohnende Art, Puccinia Sesleriae Reich. auf Sesleria coerulea, ihre Aecidien auf Rhamnus (Rh. saxatilis). Ihre Aecidien stehen auf rundlichen oder verlängerten, bräunlichen, meist gelblich gehöften Flecken und haben 15—20 μ dicke, bis 30 μ lange, feinwarzige Sporen. Uredosporen gelb, 15—18 μ lang, stachlig. Teleutosporen linealische Lager bildend, auf langem, dauerhaftem Stiel, keulenförmig, am Scheitel abgerundet, in der Mitte wenig eingeschnürt, nach Winter 25—30 μ lang, 18—21 μ breit, intensiv braun, fein granulirt. Vermuthlich eine andere Art auf Sesleria (S. Kerneri?) hat glatte Sporen, 34—45 (62) μ lang. In dem Bezirk der Puccinia auf Sesleria Kerneri fehlt Rhamnus saxatilis.

Puccinia Sorghi Schwein., der Mais- und Hirserost, auf Zea Mays und Sorghum vulgare (P. purpurea Cooke auf Zea Mays ist davon nur wenig durch die Uredosporen unterschieden). Uredo rostbraun, Sporen kuglig, 24—28 μ lang, 18—24 μ breit, stachlig. Teleutosporen in kleinen schwarzen, oft in breite und lange Flecken zusammenfliessenden Rasen, keulenförmig, 33—44 μ lang, 14—17 μ breit, kastanienbraun, am Scheitel abgerundet.

Das Zuckerrohr wird durch Uromyces Kühnii W. Krüger rostkrank. Andere Pilzkrankheiten desselben sind der Zuckerrohrbrand (durch Ustilago Sacchari Rabh.?), die Rostfleckenkrankheit der Blätter durch Cercospora Köpkei Krüger und C. vaginae Krüger, eine Sclerotienkrankheit der Blätter, „Djambur upas“ (die Zugehörigkeit des Sclerotiums noch nicht ermittelt), die

durch Bakterien verursachte Serehkrankheit und die sie begleitende, durch ein Pythium verursachte Infectionskrankheit. In den Zuckerfabriken Java's verursacht Leuconostoc mesenteroides var. indicum Zopf Schaden durch Dextranbildung.

Ausser den heteröcischen Grasrosten, welche früher aufgeführt wurden, kommen auf Gräsern noch eine grosse Anzahl von Pucciniaarten und wenige exotische Uromycesarten (z. B. U. Halstedii Ludw. auf Leersia virginica) vor, von welchen bisher nur Uredo- und Teleutosporen bekannt sind, denen aber der Mehrzahl nach noch ein auf anderen Wirthspflanzen zur Entwicklung kommendes Aecidium zugehören dürfte.

§ 159. Brachypuccinia Schröt. Spermogonien, Uredo- und Teleutosporen nach einander auf derselben Nährpflanze, Aecidien fehlen.

Puccinia bullata (Pers.) Schröt., der Sellerierost, verursacht Krankheiten des Sellerie, der Petersilie, des Dill, die er oft völlig zu Grunde richtet, wird aber auch durch wilde Umbelliferen (Aethusa, Conium, Silaus, Cnidium, Peucedanum, Imperatoria) verbreitet. Spermogonien in kleinen rundlichen Gruppen, honiggelb. Uredo in hellzimmtbraunen Flecken mit eiförmigen Zellen, 23—35 μ lang, 20—25 μ breit. Teleutosporen länglichelliptisch oder keulenförmig, braun, glatt, 30—40 μ lang, 17—22 μ breit.

P. Oreoselini (Strauss) Körn. auf Peucedanum Oreoselini hat weniger breite, grob punktirte Sporen.

Andere einheimische Umbelliferenpuccinien sind:

Puccinia Pimpinellae (Strauss) mit Aec., Ur., Tel. auf Anthriscus, Chaerophyllum (auf Chaerophyllum bulbosum mit überwinterndem Mycel), Heracleum, Pimpinella etc., P. Cicutae Lasch., Ur. und Tel. auf Cicuta virosa, P. enormis Fuck., Tel. auf Chaerophyllum und Astrantia, P. Aegopodii (Schum.), Tel. auf Aegopodium, P. Falcariae (Pers.), Sperm., Aec. und Tel. auf Falcaria Rivini, P. Angelicae (Schum.), Ur. und Tel. auf Angelica silvestris, P. Bupleuri falcati (DC.), Aec., Ur., Tel. auf den Bupleurumarten (P. Falcariae bildet überhaupt keine Uredosporen, bei dem Verwandten P. Bupleuri falcati sind sie spärlich und fehlen manchmal). P. Hydrocotyles Lk. (I, II, III) und (in Australien) P. munita Ludw. n. sp. auf Hydrocotyle. — Zu der Abtheilung Brachypuccinia gehören noch die bereits erörterten P. suaveoleus und P. Hieracii.

§ 160. Hemipuccinia Schröt. Spermogonien und Aecidien unbekannt.

Puccinia Pruni Pers. verursacht die Rostkrankheit der Aprikosen, Pfirsiche, Pflaumen, Schlehen und Myrobalaneen. Der Pilz bildet auf den Blättern erst zimmtbraune Uredohäufchen mit gelbbräunlichen, langeiförmigen, am Scheitel stumpfkegelförmig verdickten und hier dunkleren Sporen, 20—35 μ lang, 16—17 μ breit und dazwischen mit zahlreichen, oben kugligen und hellbräunlichen Paraphysen. Die Teleutosporen bilden fast schwarzbraune Häufchen, sind 30—45 μ lang, 17—24 μ breit, jede Zelle kuglig, die untere oft kleiner, stachelig, warzig mit langem, farblosem Stiel.

P. Cerasi Béreng., die Rostkrankheit der Kirschen erzeugend, besitzt unregelmässig rundliche, elliptische oder birnförmige gelbliche Uredosporen, 17—30 μ lang, 15—17 μ breit. Teleutosporen oblong, ziemlich langgestielt, am Scheitel kaum verdickt, meist abgerundet oder verjüngt, in der Mitte etwas eingeschnürt, fast farblos, glatt, 30—45 μ lang, 15—20 μ breit.

P. Carthami Corda, der Rost des ägyptischen Saflors (Carthamus tinctorius) ist in Deutschland mehrfach in Gärten gefunden worden.

Erwähnt seien noch der Schwertlilienrost P. Iridis (DC.) Duby, der Simsenrost P. oblongata (Lk.) Wint. (von dem heteröcischen P. obscura durch keulenförmige Uredosporen mit rostrothem Inhalt — dort kuglig mit farblosem Inhalt — und Teleutosporen mit 13—17 μ dicker Scheitelkappe — dort 5—9 μ — unterschieden. Teleutosporen bei P. obscura 30—45 μ lang, 14—20 μ breit, bei oblongata 48—80 μ lang, 17—23 μ breit), die Binsenroste P. Junci (Strauss) Wint. (Uromyces Junci siehe bei den heteröcischen Arten) Urom. juncinus Thüm., P. cancellata Sacc. et Roum. P. rimosa (Lk.) Wint. (in Australien bildet Uredo armillata Ludw. bei Juncus braune stengelumfassende Ringe bis zu 3 cm Höhe).

Die hierher gehörigen Polygoneenroste wollen wir mit den übrigen Rosten der gleichen Wirthe gemeinsam behandeln.

Polygoneenroste.

Uromyces Polygoni Pers. (Auteuuromyces) auf Polygonum aviculare, Rumex Acetosella. Spermogonien honiggelb, kegelförmig hervorragend. Aecidien unterseits in grosser Zahl ordnungslos gruppirt, mit breitem, zurückgebogenem und zerschlitztem weissem

Rand. Sporen polygonal, 20—25 μ. Uredo über die ganze Blattfläche zerstreut, hellbraun. Sporen fast kuglig oder elliptisch, fein warzig, 20—25 μ lang, 17—20 μ breit. Teleutosporen schwarzbraune Polster bildend, elliptisch, kastanienbraun, glatt, am Scheitel verdickt, mit kegelförmigem Keimporus, auf dauerhaftem, oft gelbbräunlichem Stiel.

U. Acetosae Schröt. (Auteuuromyces) auf Rumex Acetosa, Acetosella und arifolius. Spermogonien honiggelb, in kleinen Gruppen. Aecidien lebhaft roth, etwas zerstreut, in unregelmässigen Flecken. Peridienzellen flach, gesägt, mit weissem Rand. Sporen orange, 17—20 μ lang, 15—17 μ breit. Uredo zimmtbraun, wie die Teleutosporen von meist intensiv rothen Blattflecken umgeben. — Sporen dicht, feinwarzig, 17—24 μ, orange. — Teleutosporen in schwarzbraunen Flecken, meist zwischen den Uredosporen, 23 bis 26 μ lang, 20—23 μ breit, lebhaft kastanienbraun, mit sehr zarten, wellenförmig angeordneten Wärzchen. Ueberwintert häufig in der Uredoform, gelangt daher an manchen Orten wohl nur selten zur (Teleutosporen- und) Aecidienbildung, während z. B. bei Uromyces Aconiti Lycoctoni (DC.) Wint. die Uredoform nur selten gebildet wird (Aec. und Tel.).

U. Rumicis Schum. auf Rumex obtusifolius, crispus, maritimus, palustris, aquaticus etc. (Hemiuromyces). Uredo hellbraune, rundliche Häufchen bildend, Sporen 22 bis 28 μ lang, 17—22 μ breit, mit spitzen Stacheln. Teleutosporen in kreisförmig gestellten, dunkelbraunen Häufchen, 24—33 μ lang, 18 bis 22 μ breit, glatt, mit farbloser, warzenförmiger Spitze am Scheitel. Stiel zart.

U. alpinus Schröt. auf Rumex alpinus. Uredo zimmtbraun. Sporen 20—26 μ lang, 18—22 μ breit, hell ockerfarben, dichtstachelig. Teleutosporen in festen, hellrothbraunen, von der Oberhaut bedeckten Rasen, 28—35 μ lang, 11—15 μ breit. Membran hellbräunlich, fast farblos, am Scheitel mit etwa 5 μ hoher Spitze. Inhalt hellroth.

Puccinia Polygoni amphibii Pers. (Hemipuccinia) auf Polygonum amphibium und lapathifolium. Uredo zerstreut, klein, rundlich, zimmtbraun. Sporen rundlich oder elliptisch, stachelig, braun, 19—30 μ lang, 15—20 μ breit. — Teleutosporen in grauschwarzen, zerstreuten oder zusammenfliessenden, lange von der Epidermis bedeckten Rasen, am Rand von braunen, rudimentären Paraphysen umgeben. Sporen länglich oder keulenförmig, in der Mitte kaum eingeschnürt, am Scheitel stark verdickt, 30—60 μ

lang, 14—22 μ breit, auf langem, festem, oft blass bräunlichem Stiel.

P. Polygoni Alb. et Schw. auf Polygonum Convolvulus, dumetorum, lapathifolium, Persicaria etc., dem vorigen ähnlich; nur durchbrechen die Häufchen schneller die Oberhaut. Da es andere konstante morphologische Unterschiede nicht giebt, zieht Schröter beide Formen zusammen.

P. Bistortae DC. auf Polygonum Bistorta und viviparum. Uredo in hell ockergelben, rundlichen, zerstreuten Häufchen. Sporen kuglig oder elliptisch, hellgelb, stachelig, 20—25 μ lang, 18—20 μ breit. Teleutosporen in schwarzbraunen, sehr kleinen Häufchen, elliptisch bis eiförmig, am Scheitel halbkuglig abgerundet, in der Mitte kaum eingeschnürt, 24—33 μ lang, 16—20 μ breit, braun, glatt. Stiel sehr zart, farblos.

P. mammilata Schröt. ebenfalls auf Polygonum Bistorta und viviparum. Uredosporen gelblich, 22—26 μ lang, 20—22 μ breit, stachelig. Teleutosporen in kleinen, schwarzbraunen, stäubenden Flecken, ei- oder keulenförmig, am Scheitel und an der unteren Zelle mit einem warzenförmigen, stumpfen, farblosen Spitzchen, 28—38 μ lang, 16—21 μ breit, lebhaft kastanienbraun.

P. Oxyriae Fuck. auf Oxyria digyna und reniformis. Uredolager unregelmässig, zimmtbraun, 23—30 μ lang, 20—26 μ breit, rundlich oder birnförmig, feinstachelig. Teleutosporen häufiger am Blattstiel, in schwarzbraunem Lager. Sporen auf langem, farblosem Stiel sehr unregelmässig, meist elliptisch, braun, 30—45 μ lang, 17—26 μ breit.

P. Acetosae Schum. auf Rumex Acetosa, Acetosella und arifolius. Uredo braun, rundliche Häufchen bildend. Sporen 24 bis 28 μ lang, 20—22 μ breit, mit entfernten spitzen Stacheln. Teleutosporen in demselben Häufchen wie U., später isolirt, schwarzbraune Flecken bildend, eiförmig oder elliptisch, am Scheitel meist halbkuglig abgerundet, in der Mitte etwas eingeschnürt, 28—37 μ lang, 22—24 μ breit. Membran lebhaft kastanienbraun, dick, glatt, am Scheitel wenig verdickt, mit sehr zartem Stiel.

Die Art überwintert meist in der Uredoform, daher ist an manchen Orten die Teleutosporenform (und wohl allenthalben die Aecidienform) ganz abhanden gekommen. So findet in Schlesien zwar auf Rumex arifolius eine reiche Teleutosporenbildung statt, auf Rumex Acetosa ist der Pilz sehr häufig, erzeugt aber fast nur

Uredo, und auf Rumex Acetosella erzeugt er nur Uredo. Es können so Rostarten entstehen, die überhaupt nur noch die Uredochlamydosporen ausbilden.

P. Rumicis scutati (DC.) Wint. auf Rumex scutatus. Uredo lange von der zersprengten Epidermis umhüllt. Sporen elliptisch oder verkehrt eiförmig, stachelig, gelbbraun, 26—40 μ lang, 20 bis 28 μ breit. Teleutosporen auf sehr langem, festem, braunem Stiel, oblong bis keulenförmig, kaum eingeschnürt, am Grund in den Stiel verschmälert, am Scheitel verdickt, abgerundet oder etwas verjüngt, intensiv kastanienbraun, 38—56 μ lang, 17—28 μ breit.

Puccinia Ludwigii Tepper auf Rumex Brownii in Südaustralien. Uredosporen kuglig oder oblong, 23—25 μ lang, 18 bis 23 μ breit, ganz feinstachelig, blass gelbbraun. — Teleutosporen in kleinen, 0,2—0,5 mm breiten, rundlichen, schwarzen Rasen, die am Rand noch von der Epidermis bedeckt sind, Sporen oval, beidseitig ziemlich abgerundet, am Scheitel zuweilen mit undeutlichem Spitzchen, in der Mitte eingeschnürt, schwarzbraun, mit grobwarzigem Epispor, dessen Höcker, zuweilen verschmelzend, mehrere (6—8) der Länge der Spore nach oder querverlaufende Streifen oder Leisten bilden. Stiel sehr hinfällig. — Von anderen ausländischen Arten sind noch bekannt:

P. (Leptop.) ornata Arth. et Holw. auf Rumex Britannicus (Nordamerika).

P. dissiliens Cke. und P. Nepalensis Barcl. et Diet. auf Rumex nepalensis aus dem Himalaya, ebenso sind P. Fagopyri Barcl. auf dem Buchweizen, P. nitida Barcl. auf Polygonum amplexicaule in Indien heimisch; P. Buchanani De Toni (Uredo- und Teleutosporen), Puccinia biformis Lagerh. auf Rumex bucephalophorus in Portugal. Uromyces Chorizanthis E. et Hrk. (Ur. und Tel.) auf Chorizanthe pungens. Von Aecidien wird Aecidium politum Berk. (Roestelia p.) auf Mühlenbekia Cunninghamii angegeben, und von Puccinia Phragmitis Schum. (und Magnusiana Körn.) werden die Aecidien (Aecidium rubellum Gmel.) gleichfalls auf Rumex gebildet. Wie es nach den Kulturversuchen scheint, gehört letzteres Aecidium sowohl zu P. Phragmitis, als zu P. Magnusiana, die gleichfalls auf Ranunculusarten Aecidien zu bilden vermag, ebenso wie Uromyces lineolatus sowohl auf Hippuris als auf Sium die Aecidien bildet (auch bei Melampsoren scheint die Bildung der Aecidien nicht an eine Wirthspflanze gebunden).

Der P. Phragmitis Schum. stehen nahe und verbringen vermuthlich auch die I. Generation auf Polygoneen: P. torosa Thüm. und P. Trabutii Roum. in Afrika und P. Tepperi Ludw. in Südaustralien auf Schilfrohr und spanischem Rohr.

§ 161. Lepto- und Micropuccinien. Nur Teleutosporen, die bei Micropuccinia erst nach einer längeren Ruhepause, bei Leptopuccinia sofort keimen.

Die Anemonenroste.

Die Anemonen werden von zahlreichen Pilzen befallen, die in Gärten und im Freien mehr oder weniger Schaden unter ihnen anrichten. So trifft man im Frühjahr auf der Anemone nemorosa, oft zu mehreren Arten auf einer Pflanze: Puccinia fusca, Aecidium leucospermum, Aecidium punctatum neben Urocystis Anemones, Peronospora pygmaea, Synchytrium Anomones, während aus den Sclerotien an den Wurzelstöcken die Sclerotinia tuberosa entspringt, gelegentlich kommt auch das Aecidium zu Uromyces Dactylidis auf ihr vor. Auf Pulsatillaarten findet sich Coleosporium Pulsatillae (Strauss) (Ur. und Tel.), Pucc. fusca, P. solida neben Urocystis Anemones, U. sorisporioides und U. Antipolitana. — Der gemeine Anemonenrost Puccinia fusca Relh. kommt auf Anemone nemorosa, Pulsatilla vernalis und Thalictrumarten, scheinbar aber nicht auf Anemone ranunculoides vor, während sich auf Anemone ranunculoides die Micropuccinia P. singularis Magn. findet. Letztere ist bisher nur in Oesterreich, Ungarn und Serbien, also in östlicher Verbreitung gefunden worden, während erstere in England, Frankreich, den Niederlanden, Deutschland, Oesterreich, Polen, Italien, Nordamerika etc. vorkommt.

P. fusca Relh. Teleutosporen in schwarzbraunen, rundlichen Häufchen über die ganze Blattfläche zerstreut, oft zusammenfliessend, aus zwei fast kugligen Zellen zusammengesetzt, die sich leicht trennen, dunkelbraun, dicht mit fast stacheligen Warzen besetzt, 30—50 μ lang, 16—23 μ breit. Das früher dazu gerechnete Aecidium leucospermum DC. gehört allem Anschein nach zu einem heteröcischen Rostpilz.

P. singularis Magnus. Teleutosporen auf weisslich verfärbten, bis 1 cm langen Blattflecken in geselligen Häufchen, anfangs gelbbraun, nach Durchbrechen der Oberhaut dunkel kastanienbraun. Sporen kurz gestielt, leicht abfallend, elliptisch oder ei-

förmig, 35—42 μ lang, 17—22 μ breit (obere Zelle), in der Mitte sehr wenig eingeschnürt. Keimporus der unteren Zelle zwischen Scheidewand und Stielansatz.

P. solida Schwein. auf Anemone silvestris sehr verbreitet (z. B. in Thüringen), auf A. montana, alpina, virginiana, cylindrica, Atragene alpina. Teleutosporen in festen, harten, meist blasenartig gewölbten, 1—3 mm breiten, schwarzbraunen, zuweilen blauschwarzen Krusten, palissadenförmig dicht aneinandergefügt, keilförmig, mit meist gerade gestutztem Scheitel, sehr kurzem, dickem Stiel, 40 bis 55 μ lang, 10—13 μ breit (untere Zelle), bis 15 μ (obere Zelle), glatt, hellbraun, am Scheitel kappenförmig, dunkler.

Die beiden Aecidien, deren Zugehörigkeit noch zu untersuchen ist, haben folgende Unterschiede:

Aecidium punctatum Pers. auf Anemone ranunculoides, nemorosa, coronaria etc., Eranthis, bewirkt, dass die Blätter kleiner bleiben und länger gestielt werden. Die Spermogonien erscheinen als dunkle Punkte, sind aber farblos, entfernt stehend. Aecidien schüssel- oder napfförmig, mit sehr breitem, oft regelmässig vier- oder fünftheiligem, eingeschlagenem Saum der weisslichen oder blass bräunlichen Peridie. Sporen polygonal, glatt, gelbbraun bis braunviolett, 16—23 μ im Durchmesser.

Ae. leucospermum DC. auf Anemone nemorosa etc., die hoch aufschiesst, blasser und schmalzipfelig bleibt, zuweilen mit P. fusca. Spormogonien flach. Aecidien kurz, cylindrisch; Peridie weiss, am Rand unregelmässig zerschlitzt, Sporen weiss. —

Puccinia asarina Kunze verursacht den Rost der (früher officinellen) Haselwurz.

Die Rostpilze der Nelkengewächse.

162. Unter den Rosten der Nelkengewächse ist in erster Linie bemerkenswerth der in Gärtnereien auf Karthäusernelken und chinesischen Nelken, im Uebrigen aber auf den verschiedensten Caryophyllaceen (Dianthus, Lychnis, Silene, Sagina, Agrostemma, Spergula, Alsine, Möhringia, Arenaria, Stellaria, Malachium, Cerastium, Saponaria, Corrigiola, Herniaria) auftretende Leptopuccinia: Puccinia Arenariae Schum. Ihr schliessen sich an die Auteupuccinia; P. Silenes Schröt. auf Silene, Dianthus, Melandryum; Uromyces Silenes (Schlechtend.) Fuck. (Auteuuromyces) auf

Silene nutans und Dianthus Armeria, U. caryophyllinus (Schenk) (Hemiurom.) auf Gypsophila, Dianthus Caryophyllus, D. superbus, D. prolifer Ac., U. cristatus Schröt. et Niessl. (Hemiur.) auf Viscaria vulgaris und Dianthus Armeria. U. Schröteri De Toni Schröt. (Hemiur.) auf Melandryum album, Cucubalus baccifer etc. U. Behenis DC. (Uromycopsis) auf Silene inflata, otitis, chlorantha etc., U. sparsus (Kze. und Schm.) auf Lepigonum, Aecidium Cerastii Wint. und Melampsora Cerastii (Pers.) (Uredo- und Teleutosp.) auf Cerastiumarten und Stellaria nemorum, St. media.

Im Himalaya wächst Puccinia (Micro- oder Leptopucc.) caudata Barcl. auf Stellaria paniculata.

Puccinia Arenariae (Schum.) Schröt. Nur Teleutosporen in festen, rundlichen Polstern, oft kreisförmig gestellt, in längeren Krusten zusammenfliessend, anfangs hellbraun, später schwarzbraun und von den Basidiensporen grau bestäubt. Sporen spindel- oder keulenförmig, am Scheitel zugespitzt oder abgerundet, etwas eingeschnürt, 30 (33) bis (37) 45 μ lang, 12—15 μ breit. Membran ockerfarben oder hellbraun, glatt, an der Spitze etwas verdickt. — Schröter trennt von der P. Arenariae als besondere Arten wieder: P. Corrigiolae Chev. auf Corrigiola litoralis, P. Herniariae Ung. auf Herniaria glabra und H. hirsuta und P. Spergulae DC. ab, die Winter damit vereinigt hatte, da sie grosse morphologische Uebereinstimmung zeigen. — Die Anordnung der Teleutosporenpolster in concentrischen Ringen ist bei den Leptoformen von Puccinia (z. B. P. Glechomatis DC. auf Glechoma hederaceum) und Uromyces nicht selten, auch bei Arten, in denen den Teleutosporen eine Uredoform vorangeht, umschliesst erstere die letztere in zierlichen Ringen (z. B. bei Puccinia Menthae Pers. auf Menthaarten). Es erklären sich diese Hexenringe en miniature durch das gleichmässige, strahlige Wachsthum des Myceliums unter der Epidermis, so wie das Zustandekommen der Hexenringe der grossen Hutschwämme unserer Wälder auf einer gleichen Ausbreitung des Mycels im Waldboden beruht.

P. Silenes Schröt. (Lychnidearum Fuckel) hat Spermogonien. Sehr kleine cylindrische Aecidien mit weisser, zerschlitzter Peridie in kleinen, meist kreisförmigen Gruppen. Sporen 15 μ mit orangefarbenem Inhalt. Uredo zimmtbraun, Sporen 22—24 μ lang, 17—22 μ breit, kurz bestachelt, innen farblos. Teleutosporen in kleinen, staubigen, oft zusammenfliessenden, dunkelbraunen Häufchen, elliptisch, beiderseits abgerundet, wenig eingeschnürt,

zuweilen mit schwacher Scheitelkappe, 30—35 μ lang, 20 bis 26 μ breit.

Uromyces Silenes (Schlechtend.) Fckl. Spermogonien kegelförmig hervorragend, kreisförmig gestellte Aecidien mit weissem Rand, 15—20 μ breit, mit orangefarbenem Inhalt. Uredo zimmtbraun, Sporen kuglig, Membran hell ockerfarben, durch dichtstehende, stichartige Eindrücke punktirt. — Teleutosporen in schwarzbraunen, festen Polstern, kuglig oder elliptisch, 24—26 μ lang, 20—22 μ breit, glatt, am Scheitel kappenförmig verdickt (bis 6 μ), dunkler, Stiel fest.

Uromyces Behenis (DC.) Unger. (Uromycopsis.) Aecidien von intensiver Fleckenbildung begleitet (gelbe, weissliche, violette Flecken, oft gelb oder violett gehöft), fast gleichmässig die Blattfläche bedeckend, oft auch in kreisförmiger Anordnung mit schüsselförmigen, breiten, am Rande umgeschlagenen, zerschlitzten, gelblichen Peridien. Sporen feinwarzig, orangegelb, 16—26 μ. — Teleutosporen, oft zwischen den Aecidien lange von der Epidermis bedeckt, unregelmässig rundlich, verkehrt eiförmig oder keulenförmig, glatt, mit ziemlich stark verdicktem Scheitel, 26 bis 40 μ lang, 17—26 μ breit, auf sehr langem, festem, oft etwas gelblichem Stiel.

U. caryophyllinus (Schrank) Wint. (U. Dianthi Niessl.). Uredo- und Teleutosporen mit kleineren Sporenlagern. Die der Uredo zerstreut, früh nackt, die der Teleutosporen mitunter, besonders am Stengel, zusammenfliessend, lange von der grauschimmernden Epidermis bedeckt. Uredosporen rundlich, elliptisch bis oblong, stachlig, hellbraun, 40 μ lang, 17—28 μ breit. Teleutosporen auf sehr langem, aber sehr hinfälligem Stiel, braun, kuglig, unregelmässig rundlich oder eiförmig, meist mit starker, blasserer Scheitelverdickung, glatt, 22—35 μ lang, 15—23 μ breit.

U. Schröteri De Toni (U. verruculosus Schröt.). Uredo vereinzelt oder in kreisförmiger Anordnung, rundlich eckig, hellbraun, nackt. Sporen rundlich oder kurz elliptisch, stachlig, hellbraun, 20—27 μ. Teleutosporen auch am Stengel, hier linealische Polster bildend, die von der Oberhaut länger bedeckt bleiben. Sporen auf ziemlich langem, sehr hinfälligem Stiel, rundlich oder länglich, oft etwas kantig, am Scheitel etwas stärker, oft kappenförmig verdickt, feinwarzig, braun, 20—30 μ lang, 17 bis 21 μ breit.

U. cristatus Schröt. et Niessl. Pechnelkenrost. Uredo

in kastanienbraunen, von der Epidermis bedeckten Häufchen. Sporen elliptisch oder eiförmig, 24—29 μ lang, 20—22 μ breit, bestachelt. Inhalt orangeroth. Teleutosporen in schwarzbraunen, oft ringförmigen Häufchen, kuglig oder eiförmig, 22—26 μ lang, 19—22 μ breit, Membran kastanienbraun, mit starken, kammartig hervorragenden, oft unterbrochenen Längsleisten besetzt; am Scheitel abgerundet, Stiel zart. Auf Dianthus Armeria wird nur der Uredo (vom Mai ab) entwickelt, während auf Viscaria vulgaris oft im September und Oktober Teleutosporen auftreten.

U. sparsus (Kunze et Schmidt) Wint. Sporenlager stark gewölbt, rundlich oder elliptisch, anfangs von der Oberhaut bedeckt, später hüllenartig von ihr umgeben. Uredosporen blass, gelbbräunlich, kurzstachlig, bis 30 μ lang, 19—23 μ breit, Teleutosporen rundlich, elliptisch oder oblong, nach unten öfter keilförmig verschmälert, braun, glatt, selten kappenförmig verdickt, 28—38 μ lang, 14—23 μ breit. Stiel sehr lang, dauerhaft.

Die Rostpilze der Malven und der Baumwollenstaude.

Der gemeine Malvenrost, Puccinia Malvacearum Montagne (1845), mit rundlichen, polsterförmigen, erst gelbrothen, dann braunen, graubestäubten Sporenhäufchen, die oft die ganze Nährpflanze überziehen, spindelförmigen, beidseitig verschmälerten Sporen, 40—60 μ breitem, 15—22, auch bis 120 μ langem Stiel, stammt aus Chile. Seine Wandergeschichte haben Magnus, Ihne u. A. behandelt. Derselbe ist von Chile aus 1869 nach Spanien, 1873 nach Frankreich, von da aus zunächst über Strassburg (Herbst 1873), Rastatt, Nürnberg, Erlangen (Juni 1874), Bayreuth, dann auf anderen Wegen z. B. über England (nach Erfurt, wohin er 1873 durch englische Malven kam), durch ganz Deutschland und Europa verbreitet worden, hat sodann auch Australien und Afrika heimgesucht und hat allenthalben auf seinen Wanderzügen wilde Malven und Gartenmalven zu Grunde gerichtet, stellenweise ganz ausgerottet. So trat er in der Nähe von Greiz im Elsterthal, z. B. 1875 bei Liebau auf und verbreitete sich von da an schnell weiter; 1881 war er in Wünschendorf, 1882 an zahlreichen Orten des Elsterthales und seiner Seitenthäler, bald auch in allen Dorfgärten an den von den Landleuten sehr geschätzten Stockmalven. 1885 waren in vielen Ortschaften, wo 1881 noch stattliche Malven die Gärten schmückten und Malva neglecta und M. vulgaris überall

an Zäunen und Strassen wuchsen, Gartenmalven wie wilde Malven völlig verschwunden, dem Rostpilz erlegen, und erst seit ein paar Jahren haben sich die früher so gemeinen Ruderalpflanzen wohl von einzelnen Stellen aus, zu denen der Pilz nicht drang, wieder verbreitet, so dass sie jetzt wieder „zerstreut“ vorkommen. Der Pilz ist scheinbar verschwunden, und mit ihm dürfte eine Schaar von Insekten, die ihre Nahrung von den Malvaceen bezogen, wie Haltica Malvae Th., H. fusipes, H. fuscicornis, Apion Malvarum, Apion malvae, A. aëneum, A. radiolus, Lixus augustatus, Hesperia malvarum, Ortholita cervinata, Gelechia Malvella, Tortrix althaeana, theils gänzlich verschwunden sein, theils zur Anpassung an eine andere Lebensweise gezwungen worden sein. So ist in Australien z. B. um Norwood die früher sehr häufige Lavatera plebeja Sims. durch den Pilz fast ganz ausgerottet worden und mit ihr sind auch die prächtigen, metallglänzenden neuholländischen Schröter, Lamprima, die Verwandten unseres Hirschhäfers, die sonst zu Hunderten auf der Lavatera weideten, und andere Insekten aus dem inficirten Bezirk verschwunden. Merkwürdigerweise hat Malva rotundifolia den Platz der Lavatera plebeja eingenommen, trotz der Puccinia Malvacearum Mont.

Die Puccinia Malvacearum ist in den letzten Jahren, seit 1885, auch in Nordamerika aufgetreten; der nordamerikanische Pilz, den man früher für P. Malvacearum hielt, gehört einer anderen Species an, Puccinia Sherardiana Körn. (1877), die von Szovitz in Armenien auf Malva Sherardiana gesammelt, von Peck 1885 als Puccinia Malvastri Pck. beschrieben und von Farlow 1875 in Californien beobachtet worden. Die in meinem Besitz befindlichen Exemplare dieses nordamerikanischen Vertreters des ächten Malvenrostes, welche von Farlow in Sta. Barbara auf Althaea rosea und von Seymour bei Bismarck, Dacota, auf Malvastrum coccineum gesammelt worden sind, zeichnen sich schon äusserlich durch die dunkelrothbraunen bis schwärzlichen Häufchen von P. Malvacearum aus und treten bei Althaea rosea in grossen concentrischen Wülsten um einen centralen Sorus herum auf. Die Teleutosporen der P. Malvastri sind verhältnissmässig breit und kurz, 36—49 μ lang, 20—28 μ breit, mit sehr stark verdicktem Scheitel und sehr langem Stiel, 130—200 μ lang, versehen. Die Teleutosporen der P. Malvacearum sind dagegen gestreckt, dünnwandig, kürzer gestielt, blassroth, am Scheitel meist nicht merklich verdickt. Winter beschreibt von ihr eine Form mit vorwiegend spindelförmigen, sehr

schmalen Sporen, deren Membran oft fast farblos, an der Spitze stark verdickt ist, 11—13 μ breit, 75 μ lang, mit vielen abnorm gestalteten Sporen, aus Uruguay, auf Madiola prostrata (1886 von Arechavaleta gesammelt).

Bei beiden Pilzen lag die Befürchtung nahe, dass sie auf eine der wichtigsten Malvaceen, die Baumwollenpflanze, übergehen könnten, doch haben direkte Kulturversuche (von Plowright, Cesati, Farlow) ergeben, dass sie sich auf die Baumwollenpflanze nicht übertragen lassen. Dagegen befürchtet Farlow, dass der Baumwollenkultur Gefahr drohe durch die an verschiedenen Malvaceen in den Südstaaten vorkommende und sich rasch verbreitende Puccinia heterospora B. et C. Letztere ist nach Seymour bisher gefunden worden, auf 8 Species von Sida, 6 von Abutilon, auf Anoda hastata, Malvaviscus und Urena und zwar in Illinois, Texas, Cuba, Ceylon und Südafrika, nach den im Gray Herbarum vorgefundenen Exemplaren auch in Florida (1846), Indiana, Arizona, in Mexiko, Chile, Australien (= Uromyces Thwaitesii B. et Br., P. pulcherrima Berk. et Curt.) — P. Malvacearum, P. Sherardiana und P. heterospora gehören zu Lepto- resp. Micropuccinia. Es sind ferner auf Malvaceen noch gefunden worden Puccinia carbonacea K. et C. auf Abutilon und Sida rhombifolia (Uredo- und Teleutosporen), P. lobata B. et C., P. Malvae Ayajuchensis Speg., Uromyces Malvacearum Speg., H. malvicola Speg., U. pictus Thüm., auf Abutilon, U. Sidae Thüm., U. heterogeneus Cke. auf Hibiscus, die zum Theil einzellige Formen einer Puccinia (heterospora) vorstellen dürften, ferner Röstelia? interveniens Pck., auf Malvastrum, welches wohl mit Aecidium röstelioides E. et E. auf Sidalcea identisch ist, Aecidium Hebisciatum Schw. und — von angenehmem, starkem Wohlgeruch — Aec. odoratum Winter auf Sida intermedia in Montevideo, Aecidium Malvastri Ell. et Tracy auf Malvastrum Munroanum in Neu-Mexiko. Neuerdings wurde Puccinia heterogenea v. Lagerh. auf Althaea rosea, Malva crispa, M. Peruviana, M. nicaensis und Uredo Gossypii v. Lagerh. auf einer Baumwollenart in Ecuador aufgefunden (zugleich auch ein Brandpilz auf letzterer Art Doassansia Gossypii v. Lagerh.)

Cruciferenroste.

§ 163. Bei unseren wichtigeren Kulturgewächsen aus der Familie der Kreuzblüthler, den Kohlarten (Brassica oleracea), Rübsen

(B. Rapa), dem Raps (B. Napus), Senf, Rettich, Radieschen, Meerrettich sind bisher Rostkrankheiten nicht beobachtet worden. Auch sind in anderen Ländern keine Rostpilze auf ihnen bekannt, wie auch z. B. der neue „Host-Index of the Fungi of the United States by W. G. Farlow and A. B. Seymour", der in Bezug auf neue Pilzkrankheiten, die etwa aus Amerika eingeschleppt werden könnten, ein unentbehrlicher Rathgeber ist, keine aufweist. Wohl aber könnten andere Cruciferenroste, ausser den bei uns einheimischen: Puccinia Thlaspeos Schubert, P. Drabae Rud., P. Dentariae (Alb. et Schw.) Wint. und P. Cruciferarum Rud. bei uns noch Eingang finden. Der Host-Index weist von solchen noch auf P. Holboellii Rostr., mit Aecidium, P. arabicola E. et E., P. Cheiranthi E. et E., P. aberrans Pk. und Aecidium aberrans Pk., P. consimilis E. et E., P. Barbareae (DC.) Cke., Aecidium monoicum Pk., Aec. auriellum Pk., Aec. Bahiae B. et C., Aec. Parryi Pk. und — vielleicht zu den gleichnamigen Pucciniaarten P. Lepidii Thüm. und P. Drabae Rud., die aber anderwärts ohne Aecidien bekannt sind, gehörig — Aec. Lepidii Tracy et Galloway und Aec. Drabae Trac. et Gall.

Puccinia Dentariae (Alb. et Schw.) Wint. auf Dentaria bulbifera, enneephyllos, Mathiola nudicaulis bildet blasige, bis 25 mm lange Auftreibungen am Blattstiel und den Blättern, die oft zusammenfliessen und lange von der Oberhaut bedeckt bleiben. Letztere wird von der hellbraunen Sporenmasse unregelmässig zersprengt. Sporen oblong, seltener elliptisch, in der Mitte etwas eingeschnürt, am Scheitel schwach verdickt, abgerundet oder kurz kegelförmig, trocken, zart längsgestreift, gelbbraun, 30—40 μ lang, 14—18 μ breit, auf langem, hinfälligem Stiel.

P. Cruciferarum Rudolphi, auf Cardamine resedifolia, alpina, bellidifolia; Hutchinsia alpina, brevicaulis bildet grosse, rundliche, zerstreute oder gehäufte, früh nackte Teleutosporenpolster. Sporen auf langem, hinfälligem Stiel, oblong, am Scheitel verdickt oder (meist) mit farbloser Papille, in der Mitte stark eingeschnürt, schwach höckerig, warzig, hellbraun, 24—35 μ lang, 12—17 μ breit.

P. Draba Rudolphi, auf alpinen Drabaarten. Sporenlager elliptisch, öfter zusammenfliessend, lange von der Epidermis bedeckt. Sporen auf hinfälligem Stiel, elliptisch oder oblong, kaum eingeschnürt, am Scheitel nicht verdickt, abgerundet, braun, grobwarzig, 26—35 μ lang, 16—21 μ breit.

P. Thlaspeos Schubert, auf Arabis hirsuta, Thlaspi

alpestre, Th. montanum. Teleutosporen in rundlichen, kompakten, hellbraunen Polstern, meist sehr dicht stehend, so dass die bleichgrünen, kleineren Blätter der Nährpflanze von einer Kruste bedeckt erscheinen. Sporen oblong oder lanzettlich, spindelförmig, schwach eingeschnürt, unten in einen langen, festen Stiel verschmälert. Am Scheitel ziemlich stark verdickt, verjüngt oder abgerundet, glatt, gelbbraun, 28—50 μ lang, 14—20 μ breit.

Der Buchsbaumrost, Puccinia Buxi DC. (Leptopuccinia), mit schön braunen Teleutosporen, deren obere Zelle verkehrt eiförmig, am Scheitel etwas verdickt ist, während die untere keil- oder eiförmig ist. Sporen glatt, 55—90 μ lang, 20—35 μ breit, auf sehr langem Stiel; kommt hauptsächlich in Südeuropa vor. Auch ein Uromyces, U. ambiens Cke., kommt auf Buxus sempervirens vor.

Die Rostkrankheiten der Nachtschattengewächse (Solanaceae) erstrecken sich nur auf wildwachsende Pflanzen oder Zierpflanzen; auf Tabak und Kartoffeln scheinen dieselben bisher nicht übergesiedelt zu sein. Auf Solanum sind Puccinia Solani Cke. (Aec., Tel.) und P. Pampeana Speg. (Aec., Ur., Tel.), Aecidium Solani Mont. (Chili), bekannt. Von den übrigen seien die Roste der Teufelzwirnarten, Lycium, erwähnt, dessen europäische Art, Lycium barbarum, zur Einfassung von Gartenlauben etc. verwendet wird.

Es finden sich auf Lycium die Arten Puccinia Afra Wint., aus Afrika, P. globosipes Pk. (Fig. 22), aus Californien, mit stacheligen, plumpen Teleutosporen; P. tumidipes (Fig. 23), aus Arizona und P. Lycii Kalchbr., bei denen der kurze, dicke Stiel zuletzt gallertig aufquillt und zuweilen — bei P. tumidipes regelmässig — sich umbiegt. Auch auf einer Verwandten unserer Tollkirsche (auf Atropa aristata von den Canarischen Inseln) ist ein Rost, Puccinia Atropae, bekannt geworden. —

Auf Onagraceen finden sich eine Anzahl von Rostpilzen, welche auch einige unserer Garten- und Zimmerpflanzen befallen können, so auf Fuchsia: Coleosporium Fuchsiae Cke., auf Clarkia: Puccinia Clarkiae Pk., auf Oenotheraarten: Aecidium Oenotherae Mont., Uromyces plumbarius Pk., U. Oenotherae Burr. et Seym. (Uredo u. Tel), Puccinia Oenotherae Kze. — Auf wilden Arten kommen bei uns vor die (Lepto-) Puccinia Circaeae Pers. (auch in

Amerika), Puccinia Epilobii und Melampsora Circaeae (Schum.) auf Circaea, P. Epilobii tetragoni (DC) und Melampsora Epilobii (Pers.), ersterer mit, Aec. Ur. u. Tel., letzterer mit Ur. u. Tel., auf Epilobiumarten. Auf Epilobium sind sonst bekannt P. gigantea Karsten (Finnland), P. scandica Johans. (Skandinavien).

Scrofulariaceenroste.

In Europa kommen auf Veronica vier nur Teleutosporen bildende Pucciniaarten vor: die Puccinia Veronicae Anagallidis Oud, mit feinwarzigen, beidseitig abgerundeten, eingeschnürten Teleutosporen, die erst nach einer Ruheperiode Basidien bildet, und drei Arten mit zum Theil sofort keimenden Teleutosporen, die wenig dickwandig sind und nicht vom Stiel abfallen, und dunkelgefärbten, derbwandigen Teleutosporen, die leicht vom Stiel abfallen (forma persistens und fragilipes), deren erstere den durch den Mangel der Basidienbildung und die Keimung durch mehrere äquatoriale Keimporen ausgezeichneten Uredosporen der meisten Pucciniaarten gleiche Funktion haben. Puccinia Veronicae Schröt., auf Veronica montana, officinalis, mit hell ockerfarbenen, dann hellbraunen Sporenhäufchen. V. Veronicarum DC., mit dunkelbraunen Häufchen, auf P. longifolia und spicata, und die alpine P. Albulensis Magn., auf Veronica alpina etc., welche vielleicht mit der amerikanischen P. Porteri Pk. identisch ist. Letztere hat am Scheitel der Teleutospore ein niedriges, abgerundetes, farbloses Wärzchen, während bei P. Veronicarum daselbst eine starke, kegelförmige Verdickung vorhanden ist. In Amerika findet sich nach Farlow's Host-Index Puccinia Porteri Pk. und P. Veronicarum DC. auf V. alpina und V. Virginica (letztere Art).

Uromyces Scrofulariae (DC.) (Uromycopsis) kommt auf Verbascum- und Scrofulariaarten vor. Aecidien in unregelmässigen Gruppen kurz becherförmig, mit fast glattem Rand. Sporen 17 – 30 μ, mit feinkörniger Oberfläche, Teleutosporen in festen, schwarzbraunen Krusten, eiförmig, elliptisch und keulenförmig, 22—32 μ lang, 12—16 μ breit, kastanienbraun, glatt, am Scheitel kappenförmig verdickt.

Verwandt hiermit ist die südaustralische Art auf Limosella aquatica:

Uromyces Limosellae Ludw., die vermuthlich weitere Verbreitung hat und möglicherweise aus einer Puccinia Limosellae sich ableitet, welche noch irgendwo zu finden ist. Aecidien weiss-

lich, mit unregelmässigem, nicht tief eingeschnittenem Rande. Sporen polyëdrisch rundlich, farblos, glatt, ca. 15 μ dick. Teleutosporenlager zwischen den Aecidien auftretend, dicht, lange von der Oberhaut bedeckt. Sporen verkehrt eiförmig, oblong oder keulenförmig, zuweilen rundlich. Membran gelbbraun, dick, glatt, am Scheitel stark verdickt, blasser, 32—40 μ lang, 8—22 μ breit.

Auch unter den Labiaten sind verschiedene unserer Gartengewächse, die von Rostpilzen heimgesucht werden, so Lophanthus, Hyssopus, Salvia durch die auch auf dem wilden Gundermann häufige Puccinia (Lepto-) Glechomatis DC. (= verrucosa [Schultz] Lk.), die, ähnlich wie die Veronicapuccinien und die folgenden Saxifrageenroste, zweierlei „Teleutosporen“ bilden: hellgefärbte, für die sofortige Fortpflanzung und dunkelgefärbte, die erst im Frühjahr keimen, Salvia durch Puccinia obtusa Schröt. (Auteupuccinia) und P. nigrescens Pk., Plectranthus durch Puccinia Plectranthi Thüm. (Auteup.), Coleosporium Plectranthi Barcl. (Indien), Aec. Plectranthi Barcl. (Indien), Mentha, Lycopus, Clinopodium, Monarda, Calamintha etc., durch Puccinia Menthae (Auteup.), Stachys durch P. Vossii (Teleutosp.), P. Stachydis DC. (Ur. u. Tel.), P. aethiopica K. et C., P. pallidissima Speg., Betonica durch P. Betonicae Alb. et Schw. (Teleutosp.), Chamaedrys durch P. Schneideri Schröt. (Pucciniopsis), P. (Lepto-)annularis Str., Physostegia durch P. Physostegiae Pk. et C., Phlomis durch P. Phlomidis Thüm. und P. excelsa Barcl. (Indien).

Von den Rosten der Saxifragaceen (mit Grossulariaceen) haben die Puccinien ein besonderes Interesse. Es sind bisher beachtet worden aus Europa: P. Saxifragae Schlechtd., P. Pazschkei Dietel, P. Chrysosplenii Grev., P. Ribis DC., P. Adoxae DC., P. albescens (Grev. Plowr.); aus Amerika: P. curtipes Howe, P. Heucherae (Schw.) Dietel, P. congregata Ell. et Ev., P. pallidomaculata Ell. et E., P. fracta Berk. et Curt. (auf Hydrangea arborescus), auch P. Saxifragae, P. Adoxae, Ribis; aus Asien: P. Saxifragae ciliatae Barcl. und P. Saxifragae micranthae Barcl.

Von P. Chrysosplenii Grev., auf Chrysosplenium alternifolium und oppositifolium sind, wie bereits mehrfach erwähnt, zweierlei Teleutosporen vorhanden. Meist auf der Blattunterseite bilden dieselben hellbraune, starkgewölbte, derbe Polster, die Stiele der Sporen haften fest, die Sporen sind sehr blass, meist spindelförmig, unter dem Mikroskop nahezu farblos, wenig eingeschnürt, am Sporenscheitel sehr verdickt (5—7 μ), 32—45 μ lang, 11—15 μ

breit. Die andere Sporenform, die sich wohl überall neben der ersten findet, bildet an der Oberseite des Blattes und den Blattstielen kleine, pulverige Gruppen, hat hinfällige Stiele (f. fragiligens), ist deutlich gefärbt, gelbbraun, breiter, als die der forma persistens, und an der Basis abgerundet, nicht spindelförmig, sondern elliptisch, deutlich eingeschnürt, mit farbloser, kegelförmiger Scheitelpapille, 35—42 μ lang, 14—19 μ breit, mit Längsrippen, die bei eingetrockneten Exemplaren sehr deutlich hervortreten. Diese letztere Form, welche den eigentlichen Teleutosporen der Hemipuccinien analog ist, gleicht in jeder Hinsicht der P. Saxifragae Schlecht. (Sporen 30—42 μ laag, 15—20 μ breit), der die forma persistens fehlt. Nimmt man an, dass die (sofort keimfähigen) Leptopuccinien phylogenetisch den mit einer überwinternden Dauerform versehenen Puccinien vorausgegangen, so würde die P. Saxifraga als aus P. Chrysosplenii entstanden zu denken sein und zwar durch Wegfall der sofort keimenden Form (f. persistens). Die amerikanische P. curtipes ist nur als Varietät von P. Saxifragae anzusehen, die gleichfalls, wie es scheint, nur die forma fragilipes zeigt. Dagegen hat sich in einer auf Saxifraga punctata in den North. Am. Fungs Nr. 2233 als P. spreta Pk.? ausgegebene vorwiegend die sofort keimende Form neben sehr geringem Vorkommen der überwinternden erhalten.

Die ächte P. spreta ist identisch mit P. Tiarellae, kommt auf Tiarella, Mitella, Heuchera vor und muss P. Heucherae (Schw.) heissen, mit der auch P. congregata Ell. et Hark. nahe verwandt ist, während P. pallido-maculata Ell. auf Saxifraga punctata morphologisch mit P. Saxifragae übereinstimmt und vielleicht mit ihr identisch ist.

Auf Adoxa kommen an manchen Orten nur Teleutosporen vor, sie gehören der Puccinia Adoxae DC an, deren Mycel in der Nährpflanze überwintert; dagegen bezeichnet Plowright die Puccinia, zu der das Adoxaaecidium gehört und die nach Schröter's Kulturergebnissen auch Uredo liefert, als P. albescens (Grev.) Plowr. — P. Pazschkei Dietel kommt auf Saxifraga elatior und S. Aizoon vor und besitzt warzige Sporenmembran, ebenso wie die elliptische, nicht eingeschnürte Teleutospore von P. Ribis DC auf Ribes, Grossularia etc.

Ausser Puccinia-, Aecidien- und Uredoformen finden sich auf Saxifrageen noch Uromyces Parnassiae (Schlecht). Schröt.

(Auteuur.) auf Parnassia palustris, Melampsora vernalis Niessl auf Saxifraga granulata, das Aecidium (Caeoma Ribesii Lk.) zu Melampsora Hartigii Thüm. und die Uredo- und Teleutosporenform von Cronartium ribicolum Dietr. (Peridermium Strobi ist die Aecidienform).

§ 164. Uromyces. Teleutosporen gesondert, in flachen Rasen oder rundlichen Polstern zusammenstehend, gestielt, immer einzellig mit einem einzigen, am Scheitel stehenden Keimporus. Die Gattung Uromyces dürfte in den meisten Fällen sich von Puccinia abgezweigt haben. In vielen Fällen treten noch jetzt bei Arten von Puccinia neben den zweizelligen Teleutosporen einzellige auf, und zwar vielfach an einzelnen Standorten so ausschliesslich, dass man aus solchen Vorkommnissen neue Arten gemacht hat. So ist z. B. der Uromyces ambiguus nur die einzellige Form einer Puccinia, U. pulcherrimus B. et C. ist die gleiche Form von Puccinia heterospora etc. Vereinzelte zweizellige Sporen treten bei verschiedenen Arten auf, die nur so lange den Namen Uromyces behalten können, als nicht an irgend einem Standort die zweizelligen Sporen in grösserer Zahl oder ausschliesslich gefunden werden. Dies gilt z. B. für den Uromyces Limosellae Ludw., welchen ich aus Australien beschrieben habe. Auf den Exemplaren von Limosella aquatica, welche ich von der Känguruhinsel in Südaustralien erhielt, bildet dieser Pilz nur ganz vereinzelt in einzelnen Polstern zweizellige Teleutosporen. Es wäre aber möglich, dass der Pilz anderwärts oder auf einer anderen Nährpflanze noch als Puccinia Limosellae aufträte. Das Gleiche gilt für Uromyces Pisi, Uromyces Junci, Uromyces Trifolii, und für die Carexroste U. periygnius Halsted und U. Caricis Pk. Die uromycesähnlichen Rosaceenpilze Trachyspora und Chrysomyxa urediniformis scheinen von mehrzelligen Formen abzustammen; wie denn bei der Chlamydosporennatur der Teleutosporen wegen des kettenförmigen Vorkommens der meisten Chlamydosporen anderer Pilzabtheilungen der Ursprung der wenigzelligen Gattungen Uromyces, Puccinia von mehrzelligen wie Hamaspora, Gymnosporangium etc. mehr Wahrscheinlichkeit besitzt, als die umgekehrte Entstehung (mit der Vereinfachung der Zellenzahl geht bei den Teleutosporen auch die der Keimporen, also der Basidiensporen parallel; bei Puccinia haben nur wenige Arten wie P. mirabilissima und P. Amorphae mehrere Keimporen).

Uromyces Betae (Pers.) Tul. erzeugt den Runkelrüben-

rost. Spermogonien in kleinen Gruppen, honiggelb. Aecidiensporen 22—24 μ lang, 16—18 μ breit. Uredo in kastanienbraunen Häufchen. Sporen elliptisch oder eiförmig, 23—28 μ lang, 18 bis 24 μ breit. Teleutosporen in schwarzbraunen Häufchen, meist zwischen den Uredosporen entstehend, glatt, dunkelbraun, 27—33 μ lang, 22—24 μ breit. Am Scheitel ein farbloses Spitzchen. Stiel leicht abreissend. Aecidien im April, Mai, Uredo und Tel. Juni bis Oktober.

Die Roste der Hülsenfrüchtler.

Auf den Papilionaceen sind vorwiegend Uromycesarten zur Ausbildung gekommen. Ausser dem später zu besprechenden Erbsenrost (Uromyces Pisi) und Schneckenkleerost (U. striatus) sind die wichtigsten derselben der Wickenrost (Uromyces Orobi), Bohnenrost (U. Phaseoli), die Kleeroste (U. Trifolii und U. minor), der Ginsterrost (U. Genistae), der Lupinenrost (U. Anthyllidis) und Goldregenrost (U. pallidus).

Uromyces Orobi (Pers.) Wint., die Rostkrankheit der Puffbohnen, Wicken und Platterbsen (Lathyrus und Orobus) erzeugend. Spermogonien kegelförmig hervorragend, honiggelb. Aecidien dicht in kreis- oder ringförmiger Anordnung mit weisser zerschlitzter Peridie. Sporen rundlich, 15—25 μ lang. Uredo in kastanienbraunen, staubigen Polstern. Sporen kuglig oder elliptisch, 20—26 μ lang, 17—22 μ breit. Membran hell ockerfarben. Inhalt roth. Teleutosporen in kohlschwarzen, festen, rundlichen bis strichförmigen Polstern, elliptisch oder keulenförmig, 25—40 μ lang, 20—25 μ breit, glatt, am Scheitel verdickt (6—9 μ), dunkler Stiel, 20—40 μ lang, fest, oben meist gelbbraun.

Uromyces Phaseoli (Pers.) Wint., Bohnenrost, Spermogonien in kleinen Flecken, weiss. Aecidien ringförmig angeordnet, kurz cylindrisch, weiss. Sporen 20—40 μ lang, 16—18 μ breit, weiss. Uredo hell zimmtbraun. Sporen 24—33 μ lang, 16—18 μ breit. Membran hellbraun. Inhalt farblos. Teleutosporen in schwarzbraunen Häufchen, elliptisch oder fast kuglig, 20—32 μ lang, 22—26 μ breit, dunkel kastanienbraun, glatt. Am Scheitel mit weitem Keimporus und warzenförmiger, hyaliner Spitze.

U. minor Schröter auf Trifolium montanum in Schlesien, Thüringen etc. bildet nur Aecidien und Teleutosporen. Uredo fehlt. Teleutosporen in schwarzbraunen Häufchen, 16—20 μ lang, 15—17 μ breit, glatt, am Scheitel mit einem schwarzen Spitzchen, Membran dick, lebhaft kastanienbraun.

Uromyces Trifolii (Hedw.) Schröt. Kleerost. Spermogonien honiggelb in kleinen Gruppen. Aecidien kurz, cylindrisch, weiss, am Rand zerschlitzt. Sporen mit orangerothem Inhalt. Uredo hell kastanienbraun. Sporen 22—26 μ lang, 18—20 μ breit, entfernt, bestachelt mit 3—4 Keimporen. Teleutosporen in schwarzbraunen Rasen, oft an Stielen und Blattrippen, elliptisch, kuglig oder birnförmig, 20—28 μ lang, 15—17 μ breit, glatt, Membran trüb braun, am Scheitel mit hellbrauner, warziger Spitze. Stiel kurz, leicht abreissend.

Der Rostpilz zeigt nach Dietel ein sehr bemerkenswerthes biologisches Verhalten auf den verschiedenen Kleearten. In Deutschland bildet derselbe Aecidien nur auf Trifolium repens. Hier kommen in höheren Gebirgslagen oft Aecidien, Uredo- und Teleutosporen fast gleichzeitig an ein und demselben Mycel vor, welches überwintert und am Blattstiel und den Nerven schwielige Auftreibungen verursacht. In tiefer gelegenen Gegenden finden sich aber an den meisten Orten (so um Greiz, bei Leipzig etc.) auf Trifolium repens nur Teleutosporen, deren Basidiosporen wieder ein überwinterndes Mycel mit Teleutosporenbildung erzeugen. Dagegen bildet der Pilz auf den anderen Kleearten (Trifolium pratense, T. hybridum etc.) Uredo- und Teleutosporen (keine Aecidien). In Italien fand Massalongo bei Verona auf Trifol. repens gleichfalls nur Teleutosporen. Auf Trif. incarnatum (?) kommen bei Neapel alle drei Sporenformen zur Entwicklung, ebenso sind in Finnland und England (auf T. pratense) alle drei Formen beobachtet worden. In Nordamerika ist auf Trifolium repens die ungekürzte Entwicklung die gewöhnliche (Aecidien, Uredo- und Teleutosporen), doch zeigen von Suksdorf im Washington Territory gesammelte Exemplare von Trif. repens Aecidien und kleine Teleutosporenlager, Uredosporen fehlen gänzlich.

Die Teleutosporenlager aus dem überwinternden Mycel bleiben länger von der Epidermis bedeckt, bilden schwielige Verkrümmungen am Stengel, während die aus den Sommermycelien hervorgegangenen Teleutosporenlager klein, über das Blatt zerstreut und frühzeitig nackt sind.

Ein ähnliches Verhalten zeigt auf Chaerophyllum bulbosum die Puccinia Pimpinellae. Während man hier von Anfang Mai an Aecidien, bald darauf Uredo und im Sommer und Herbst an Blättern und Stengeln (nicht deformirende) nackte Teleutosporen trifft, treten

von dem in den Chaerophyllumknollen überwinternden Mycel aus bereits im April an den jungen Stielen und Blättern in schwieligen Auftreibungen lange, von der Epidermis bedeckte Polster auf, in ihnen häufig Spermogonien.

Uromyces Genistae (Pers.) Schröt., Rost der Ginsterarten (Genista, Sarothamnus), des Goldregens (Cytisusarten), der Esparsette (Onobrychis sativa) und Lupine, auch die Ziersträucher Colutea arborescens, Caragana, Ptelea befallend und auf Oxytropis, Tetragonolobus, Galega. Mit hellbraunem Uredo. Sporen 22—28 μ lang, 18—22 μ breit. Teleutosporen in kastanienbraunen Häufchen, elliptisch oder eiförmig, 18—22 μ lang, 14—16 μ breit. Membran hellbraun, mit schwachen, am Scheitel punktförmigen, am Grund kurz strichförmigen Verdickungen. Am Scheitel mit flachem, hellbraunem Spitzchen.

U. pallidus Niessl auf Cystisus capitatus, C. hirsutus und C. prostratus ist ein Lepturomyces. Sporen elliptisch oder keulenförmig, 30—40 μ lang, 11—17 μ breit, Stiel bis 60 μ lang.

U. Astragali (Opiz) Schröt., Traganthrost auf Astragalusarten. Uredo hellbraun. Sporen fast kuglig oder elliptisch, 20 bis 24 μ lang, 18—20 μ breit. Teleutosporen in kastanienbraunen Rasen, kuglig oder elliptisch, mit flachem, stumpfem, hellbraunem Spitzchen. Sporen mit feinen erhabenen Punkten besetzt (U. punctatus Schröt.), 17—22 μ lang, 15—16 μ breit.

U. Anthyllidis (Grev.) Lupinenrost. Auf Lupinus luteus, L. albus, angustifolius etc., Anthyllis Vulneraria, Ononis spinosa, repens, Trigonella. Uredo rothbraun oder kastanienbraun. Sporen kuglig, 22—24 μ mit 4—5 Keimsporen. Teleutosporen in schwarzbraunen Häufchen, kurz elliptisch, 19—22 μ lang, 17—20 μ breit, mit starken, stumpfen, breiten Warzen, am Scheitel abgerundet. Stiel zart.

U. Lupini B. et C., mit nicht warzigen und nicht apiculaten Sporen, scheint von U. Genistae und U. Anthyllidis verschieden zu sein.

U. Hedysari DC. mit Spermogonien, Aecidien und Teleutosporen in schwarzbraunen Häufchen, 18—24 μ lang, 15—18 μ breit, glatt, mit halbkugligem, hellbraunem Spitzchen am Scheitel, auf Hedysarum obscurum. U. Hedysari paniculati (Schw.) Farl. mit Uredo- und Teleutosporen auf Desmodiumarten, U. borealis Peck. mit Aecidien und Teleutosporen auf Hedysarum boreale etc.

Geraniaceenroste.

Uromyces Geranii DC. Spermogonien, Aecidien, Uredo- und Teleutosporen auf den verschiedensten Storchschnabelarten (Geranium). Teleutosporen in rundlichen, schwarzbraunen Häufchen, meist noch mit Uredo, elliptisch bis birnförmig, mit hellem Scheitelspitzchen, 28—37 μ lang, 19—22 μ breit. Stiel zart. Das Aecidium ist auch auf einer Rutaart beobachtet worden. Auf Geraniaceen ferner Puccinia Morthieri Körn., nur Teleutosporen bildend, mit oblong keulenförmigen, wenig eingeschnürten, oben stark verdickten Teleutosporen, die glatt, kastanienbraun, 40—65 μ lang, 17—24 μ breit, auf sehr langem, derbem, gebräuntem Stiel, und Puccinia Geranii silvatici Karsten, welche Anschwellungen und Verkrümmungen verursacht, mit elliptischen oder oblongen Sporen auf langem, aber hinfälligem Stiel. Obere Zelle dicht, grobwarzig, untere glatt, braun, 20—40 μ lang, 14—23 μ breit. Beide auf G. silvaticum etc. Auf G. Robertianum und pyrenaicum: Puccinia Geranii Cda mit kleinen, schwarzen Häufchen, Sporen gelbbraun, oblong, eingeschnürt, glatt, Stiel lang, dick. Auf Pelargonium: Puccinia granularis K. et C., Aecidium Pelargonii Thüm., Uredo Pelargonii Thüm. Auf Geranium pratense: Puccinia Kirghisica.

Pilze des Scharbockskrautes.

Das Scharbockskraut, Ficaria verna, welches wegen seiner üppigen, reichen Verbreitung durch Bulbillen in Gärten und Parkanlagen oft sehr lästig wird, beherbergt zwei Rostpilze, die aber häufig wieder an demselben Standort noch nach Jahren angetroffen werden, zur Ausrottung des Scharbockskrautes also wenig beitragen (während z. B. Phragmidium violaceum, Rubi etc. die Wirthspflanze sehr bald an ihrem Standort ausrotten). Die kurzlebigen, bereits im Juni absterbenden Blätter der Ficaria können nur kurzlebige Rostpilze oder nur einzelne Entwicklungsstadien eines Rostpilzes aufnehmen. So vollendet Uromyces Ficariae (Schum.) mit kastanienbraunen, rundlichen oder ausgebreiteten, zusammenfliessenden Häufchen von kugligen bis birnförmigen, glatten, 22—23 μ langen, 16—23 μ breiten Teleutosporen, die am Ende mit einem Spitzchen versehen sind, seine Entwicklung auf Ficaria verna. Vor den Teleutosporen treten auch Uredosporen, aber so spärlich und von den Teleutosporenlagern zeitlich wie örtlich so wenig verschieden auf, dass sie erst in den letzten Jahren durch v. Lagerheim aufgefunden wurden, obwohl man den Pilz selbst seit etwa 90 Jahren

kennt. Der andere Rost ist ein Aecidium, welches in den Entwicklungskreis eines Hetereuuromyces, des wirthswechselnden (nach Schröter mit U. Dactylidis morphologisch gleichen) Uromyces Poae (Rbh.) Orth. gehört. Auf Ficaria treten Spermogonien und Aecidien auf, letztere kurz cylindrisch, weiss, mit zerschlitztem Saum und 16—25 μ breiten Sporen mit orangerothem Inhalt. Uredo orangeroth ohne Paraphysen. Sporen 18—28 μ lang, 16—21 μ breit. Teleutosporen in pechschwarzen, von der Oberhaut bedeckten Rasen, elliptisch, ei- oder keulenförmig, glatt, am Scheitel schwach verdickt, kastanienbraun, Stiel fest, länger oder kürzer, farblos oder hellbräunlich. Schröter erzog 1873 durch Aussaat der Basidiosporen des Uromyces Dactylidis wiederholt die Aecidien auf Ranunculus bulbosus, repens, acer, polyanthemus, durch Aussaat der Sporen von Aecidium Ficariae den Uromyces auf Poa nemoralis 1878. Plowright erzog den Rost durch Aussaat des Aec. Ranunculi repentis auf Poa trivialis. Auf Ficaria kommen noch häufig die beiden Brandpilze Urocystis Anemones und Entyloma Ranunculi, sowie auch Peronospora Ficariae und Synchytrium anomalum vor.

Die auf Wolfsmilcharten auftretenden Roste.

§ 165. Einer der auffälligsten Roste, der daher schon frühzeitig auch dem Laien aufgefallen ist, ist der auf der Cypressenwolfsmilch auftretende kleine Schüsselpilz (Aecidium Cyparissias, Ae. Euphorbiae), dessen Mycelium die ganze Wolfsmilchpflanze durchzieht und in ihr überwintert. Die Nährpflanze erhält ein ganz verändertes Aussehen (Euphorbia degenerata älterer Autoren), wird hochstengelig, straff, und die sonst dünnen linealischen Blätter werden kurz, elliptisch bis eiförmig, dickfleischig; häufig unterbleibt die Blüthenanlage. Nach der Entdeckung Schröter's gehören diese Aecidien der Entwicklung zweier verschiedenen Papilionaceenroste an, von denen der eine Uromyces Pisi (Pers.) De By. auf Papilionaceen der Gruppe der Ervoideen und Lathyroideen, der andere, Uromyces striatus Schröter, besonders auf Trifolieen auftritt.

Uromyces Pisi (Pers.) De By., der Erbsenrost, erzeugt Spermogonien und Aecidien auf Euphorbia Cyparissias, lucida, Esula etc., Uredo- und Teleutosporen auf Pisum sativum, Lathyrus tuberosus, L. pratensis, L. silvestris etc., Vicia tenuifolia, V. Cracca etc. und sind diese Pflanzen den Erbsenfeldern fern zu halten. Uredo in

rost- oder zimmtbraunen Häufchen mit elliptischen, stachligen Sporen, bis 25 μ lang, 17—20 μ breit. Teleutosporen fast kuglig, 20—30 μ lang, 17—20 μ breit, am Scheitel verdickt, dicht mit nadelstichartigen feinen Eindrücken versehen, in schwarzen, rundlichen Flecken. Stiel der Sporen zart.

U. striatus Schröt., Schneckenkleerost, bildet auf Euphorbia Cyparissias dem vorigen fast gleiche Spermogonien und Aecidien. Die Nährpflanze bleibt aber meist kleiner, die Blätter sind kürzer und breiter. Uredo- und Teleutosporen auf Lotus, Trifolium arvense, T. agrarium; T. minus, Medicago (T. mit weniger zusammenhängender Strichelung), Uredo in kastanienbraunen Häufchen, Sporen fast kuglig, 18—22 μ breit. Teleutosporen eiförmig, elliptisch oder birnförmig, 20—25 μ lang, 16—18 μ breit. Membran mit zarten, gewundenen Längsstreifen, am Scheitel mit einer flachen, schalenförmigen bräunlichen Kappe über dem Keimporus. Magnus fand den Pilz im Engadin auf Vicia tenuifolia, aber mit Anklängen an U. Pisi. Ausser den hierher gehörigen Aecidien kommen auf Wolfsmilchgewächsen noch verschiedene andere, z. B. Aecidium lobatum Körn. auf Euphorbia Cyparissias vor, ferner die äcidiumähnlichen, direkt Basidien bildenden Arten Endophyllum Euphorbiae silvaticae (DC.) auf Euphorbia amygdaloides (Monosporidium Euphorbiae Barkl. in Indien) vor. Die gemeine Melampsora Helioscopiae Pers. kommt auf den verschiedensten Arten von Euphorbia, M. Euphorbiae dulcis Otth. auf Euphorbia dulcis und carniolica vor. Ferner finden sich auf unseren Wolfsmilcharten noch die folgenden Uromycesarten:

Uromyces scutellatus (Schrank) Lév. auf Euphorbia verrucosa, Cyparissias dulcis, lucida, Esula, palustris etc., bildet auf den Wolfsmilcharten nur spärliche Uredosporen, 17—35 μ lang, 14—23 μ breit, und einwarzige Teleutosporen (Warzen etwas in die Länge gezogen, in Längsreihen), 21—38 μ lang, 16—26 μ breit. Die bewohnten Pflanzen tragen kürzere, breitere, entfernte Blätter, bleiben häufig unverzweigt und blühen nicht.

U. excavatus (DC.) Magn. auf Euphorbia verrucosa, Gerardiana, montana, Cyparissias, ist diesen ähnlich, besitzt aber kleinere und dunklere Teleutosporen mit feineren Warzen und Aecidien (Aecidium Euphorbiae Gmel.). Die Teleutosporen entspringen öfter aus den Aecidienbechern. Das häufige gleichzeitige Vorkommen der beiden Sporenformen auf getrennten Nährpflanzen ist daraus zu erklären, dass die Mycelien in der Wirthspflanze überwintern

(zuweilen finden sich Mittelformen von Uredo- und Teleutosporen).

U. tuberculatus (Fuckel) Wint. auf Euphorbia exigua bildet nur Uredo- und Teleutosporen in ganz kleinen Häufchen auf den Blättern oder noch häufiger am Stengel. Die Teleutosporen sind mit sehr grossen Warzen bedeckt, 23—32 μ lang, 17—21 μ breit. Die Sporenlager stehen auf gelblichen oder röthlichen Flecken. Die Nährpflanze wird nicht deformirt.

Uromyces proëminens (DC.) Pass. auf Euphorbia Chamaesyce etc. tritt wie U. excavatus antöcisch auf. Uredo- und Teleutosporen haben auch:

U. pulvinatus Kalchbr. et Ck. am Cap der guten Hoffnung auf Euphorbia inaequilatera, Ur. Euphorbiae (Schw.) Cke. et Pk. in Nordamerika auf Euphorbia dentata, obtusifolia. hypericifolia.

Primelroste.

Uromyces Primulae integrifoliae DC. Aecidien gleichmässig an der Unterseite verbreitet, flach, mit abgestutztem Saum, 14—20 μ lang. Teleutosporen in schwarzen, langen, von der Oberfläche bedeckten Häufchen, elliptisch oder eiförmig, 26—30 μ lang, 18—20 μ breit, mit abgerundeten, braunen Höckern, besonders an dem verdickten, etwas zugespitzten Scheitel auf Aurikeln, Primula integrifolia minima etc.

Uromyces Primulae Fckl. mit Aec., Uredo- und Teleutosporen auf Primula villosa etc.

Puccinia Primulae DC. Aec., Uredo- und Tel. auf Primula elatior, officinalis, acaulis, sibirica.

Lilienroste.

Auf Liliaceen findet sich eine grosse Anzahl verschiedener Rostpilze, welche mehr oder weniger verheerend auftreten, so besonders Uromyces Erythronii DC. auf Fritillaria, Lilium, Erythronium, Scilla, Allium; ferner: Puccinia Tulipae Schröt., P. aculeata Lk. oder P. Prostii Moug. auf Tulipa, Puccinia Hemerocallidis Thüm. auf Hemerocallis, Uromyces Scillarum (Grev.) Wint. auf Scilla, Hyacinthen, Muscari, Puccinia Scillae Luch. auf Scilla bifolia; P. Liliacearum Dub., P. Lojkana Thüm., P. Kalchbrenneriana De Toni, Uromyces Ornithogali (Wallr.), U. Gageae Beck, U. acutatus (Fckl.) Schröt. auf Ornithogalum und Gagea.

Uromyces Erythronii DC. Aecidien gleichmässig über die Unterseite der Blätter verbreitet, flach mit abgestutztem Saum, Sporen 14—20 μ lang. Teleutosporen in schwarzen, von der Oberhaut lange bedeckten Häufchen, elliptisch oder eiförmig, 26—30 μ lang, 18—20 μ breit, dunkel kastanienbraun mit abgerundeten, braunen Höckern. Stiel farblos, leicht abreissend.

Uromyces Scillarum (Grev.) Wint. besitzt nur Teleutosporen, welche eiförmig, fast keilförmig, glatt sind, mit abgerundetem oder abgeflachtem Scheitel, 19—26 μ lang, 15—20 μ breit. Stiel 10—30 μ lang, zart.

U. Ornithogali Lév. hat ei- oder birnförmige Teleutosporen, am Scheitel mit farblosen, warzenförmigen Spitzchen, glatt, 26 bis 35 μ lang, 19—22 μ breit.

U. acutatus (Fckl.) hat Uredo- und Teleutosporen. Letztere 22—30 μ lang, 17—20 μ breit, elliptisch, überall mit stumpfen Warzen und am Scheitel mit einem kleinen Spitzchen.

Puccinia Liliacearum Dub. Spermogonien reichlich, besonders die Spitze des befallenen Blattes einnehmend, honiggelb, kegelförmig. Aecidien spärlich oder ganz fehlend, tief eingesenkt, nur mit schmaler Oeffnung hervortretend. Teleutosporen aus der Oberhaut, unter die sie tief eingesenkte Häufchen bilden, rankenförmig hervortretend, lang, elliptisch oder spindelförmig, 44—65 μ lang, 23—30 μ breit. Membran trüb braun, glatt. Stiel zart, farblos.

Die Arten mit elliptischen, leicht loslösbaren Sporen, P. Asphodeli, P. Prostii, P. Lojkajana, P. Tulipae, P. Scillae und P. Liliacearum, enthalten in den Teleutosporen einen Farbstoff, der in Salpetersäure und Schwefelsäure lebhaft rothbraun wird, während die Pucciniaarten mit keulenförmigen Teleutosporen, P. Hemerocallidis Thüm., P. Kalchbrenneriana De Toni, P. Allii DC. in den Teleutosporen (nicht aber in den sie umgebenden Paraphysen) wie auch P. Porri einen Farbstoff enthalten, der bei Behandlung mit Salpetersäure mit rother Farbe austritt. Der letztere Farbstoff giebt mit konz. Schwefelsäure eine violette Reaktion, mit verdünnter Schwefelsäure erfolgt ein rothgelber, mit Salzsäure ein rother Auszug. Näheres über diese auch bei zahlreichen anderen Uredineen auftretenden Farbstoffe und ihre diagnostische Verwerthung (z. B. auch zur Unterscheidung von Puccinia Helianthi und P. Tanaceti) s. in Flora, Allg. Bot. Ztg. 1891, Heft 2.

Akazienroste.

§ 166. Die Akazien (Acacia sp.) beherbergen eine Reihe der merkwürdigsten Rostformen, so die früher erwähnten Arten von Ravenelia (R. minima, glabra, sessilis Hieronymi), das zu R. Hieronymi aller Wahrscheinlichkeit nach gehörige Aecidium ornamentale Kalchbr., das mit seinen ca. 2 mm langen Röhren ganze Zweige und Aeste von Acacia Farnesiana und Acacia horrida bedeckt und hypertrophisch umgestaltet, das Sphaerophragmium Acaciae (Cke.) Magn., Melampsora phyllodiorum Berk et Br., Uromyces fusisporium Cke. et Mass. auf Acacia salicina, der durch seine Gestalt sehr merkwürdige Uromyces digitatus Winter, Uromyces Tepperianus Sacc., welch' beide Arten nach Exemplaren benannt worden sind, welche ich von J. G. O. Tepper in Südaustralien erhielt. Die letztere Art erzeugt eine verheerende Krankheit der Acacia salicina, welche Tepper zuerst 1881 am Mt. Lofty bei Adelaide beobachtete. Der Pilz, der wegen seiner zierlichen, hutförmigen, gestreiften Teleutosporen zu der Untergattung Pileolaria von Uromyces gehört Uromyces (Pileolaria), Terebinthi, brevipes, Ceratoniae, effusa, Ipomeae, sphaeropleus auf Ononis, sind verwandte Formen), verunstaltet zunächst die Aeste und Zweige der Akazien auf beträchtliche Strecken, zersprengt das Periderm und umkleidet die entblössten, angeschwollenen Aeste ringsum mit seinen zimmtbraunen Teleutosporenlagern, oft auf mehr als 10 cm Länge. 1888 war der Pilz, der sich 1881 vereinzelt fand, am Mt. Lofty weit verbreitet und 1884 traf Tepper sämmtliche im Vorjahr befallenen Sträucher der Acacia salicina durch den Pilz getödtet. Auch Acacia myrtifolia wird von dem Pilz befallen und verunstaltet, doch kommt er auf dieser Art seltener vor, und die Zweige, welche ich von Tepper erhielt, machten nicht den Eindruck, als ob er hier den ganzen Strauch zu tödten vermöchte. Der gleichfalls von Tepper in Südaustralien entdeckte Rostpilz Uredo notabilis Ludw. bildet mitten auf den Phyllodien von Acacia notabilis intensiv rostbraune, etwa 1 cm breite und mehrere Centimeter lange Wülste, die am Rand von der aufgeworfenen Epidermis bedeckt sind. Die Phyllodien werden blasig aufgetrieben, verdreht und in mannigfacher Weise missgestaltet. Die sehr regelmässig elliptischen Sporen, 36—43 μ lang, 20—45 μ breit, stehen auf ca. 46 μ langem, oben zuweilen verdicktem Stiel und besitzen ein dickes Epispor, so dass man dieselben für Teleutosporen halten könnte, wenn nicht die äquatorialen Keimporen in grösserer Zahl sehr deutlich wahrnehm-

bar wären. Das Epispor bildet an der Oberfläche ein deutliches Netzwerk aus fünf- bis sechseckigen Maschen. Auf dem Grund der Waben erhebt sich in der Mitte noch ein zitzenartiger Vorsprung, der die Höhe der Maschenleisten nicht ganz erreicht. Neuerdings hat Barclay das bereits erwähnte essbare Aecidium esculentum Barcl. auf Acacia eburnea in Indien entdeckt.

Schweinfurth hat in Afrika noch zwei nicht zusammengehörige Rostpilze auf Acacia entdeckt, nämlich Uromyces Schweinfurthii P. Hennigs auf Acacia Ehrenbergiana und Aecidium Acaciae (P. Henn.) P. Magn. auf Acacia etbaica, welche Hexenbesen der Akazien verursachen.

Der Aloërost, Uromyces Aloës (Cke.) Magn.

findet sich nach Cooke in Natal, nach Schweinfurth bei Gheleb in der italienischen Kolonie Eritrea in Abessynien auf Aloë maculata, dürfte demnach in Afrika eine weite Verbreitung haben.

§ 167. II. Gruppe. Phragmidiei. Spermogonien flache, tellerförmige, rundliche Lager bildend. Aecidien gleichfalls in flachen, aber weit ausgebreiteten, unregelmässig begrenzten Lagern ohne Peridie, aber oft von Paraphysen umgeben. Sporen kettenförmig abgeschnürt, Uredosporen einzeln gebildet; Membran stachelig. Teleutosporen isolirt, ein- bis vielzellig mit 1 oder 4 Keimporen.

Trachyspora Alchimillae (Pers.) Schröt. mit einzelligen uromycesähnlichen Teleutosporen, bildet auf den Blättern von Alchimilla vulgaris lebhaft mennigrothen Uredo (Sporen kuglig, 16—24 μ lang, 16—20 μ breit, mit kurzen, feinen Stacheln), der die Unterseite bedeckt oder unter dem Blattrand, der dann zurückgekrümmt erscheint, besonders zur Entwicklung kommt. Bei der blaubereiften Form des Alchimillablattes ist der Rand frei von Reif, mit wasserauffangenden Haaren bedeckt. Der Thau benetzt den Blattrand in breitem Streifen und die im Grund der Blattdüte sich ansammelnde Thauperle wird gleichfalls längs der unbereiften, behaarten Hauptrippen durch Kapillarität allmählich zu dem Blattrand geführt. Dieser Wasseraufnahme und der Vertheilung des Wachsüberzuges entsprechend verhalten sich auch die Schmarotzerpilze des Blattes sehr ungleich; während der Uredo ganz besonders gerne längs der Rippen und am Rand der Unterseite zur Entwicklung gelangt, besetzt die Peronospora Potentillae mit Vorliebe auf der

oberen Seite Blattrand und Hauptnerven und lässt gerade den Blattrand frei, die ganze Oberseite im Uebrigen überziehend. — Die Teleutosporen der T. Alchimillae stehen in zerstreuten kastanienbraunen Rasen und sind elliptisch, 30—38 μ lang, 20—28 μ breit, lebhaft braun mit stumpfen, zerstreuten Warzen.

Triphragmium. Teleutosporen mit 3 Zellen in Dreieckstellung, die innen gegen einander abgeflacht sind, am Stiel die einzelne Zelle, darauf die beiden anderen neben einander. Jede Zelle mit 1—3 und mehr Keimporen.

T. Ulmariae (Schum.) Link. Spermogonien kreisförmig, flach, gelbroth, Spermatien 6 μ. Aecidien in schwieligen Polstern, die Verkrümmungen der Blattnerven etc. erzeugen, lebhaft orangeroth. Uredo in kleineren Häufchen (Sporen 18—30 μ lang, 17—24 μ breit). Teleutosporen in schwarzbraunen Flecken, rundlich oder kurz keulenförmig, 35—50 μ lang, 26—35 μ breit, braun mit stumpfen, oft wenig sichtbaren Warzen, 1 Keimporus. Auf Ulmariaarten.

T. echinatum Lév. entwickelt nur Teleutosporen, deren dunkelbraune Membran mit 8—12 μ langen pfriemlichen braunen Stacheln besetzt ist. Zellen häufig mit 3 und mehr Keimporen. Auf Meum, athamanticum und Mutellina. Die auf Araliaceen vorkommenden Arten T. Thwaitesii B. et Br. in Asien und T. clavellosum Berk. in Amerika, wie auch das einer verwandten Gattung angehörige Sphaerophragmium Acaciae (Cooke) Magn. besitzen gegabelte, an den Enden umgerollte Stacheln. Andere Arten sind T. Isopyri Moug., T. deglubens B. et C. (auf einer Leguminose).

Die Gattung Phragmidium und die Roste der Rosengewächse.

Die Gattung Phragmidium, deren Teleutosporen aus mehr als 2 übereinander gelegenen Zellen gebildet werden, deren obere mit einem Keimporus versehen ist, während die übrigen bei den meisten Arten 4 äquatoriale Keimporen besitzen (nur bei Ph. Tormentillae, das zuweilen auch chrysomyxaartig verzweigte Teleutosporen hat, und Ph. carbonarium keimt jede Zelle mit einem apikal entspringenden Basidium aus), ist auf die Familie der Rosaceen beschränkt, so wie ihre nächsten Verwandten Gymnosporangium und Hamaspora Ellisii (H. longissima auf Rubus) auf den Wechsel zwischen (den den Rosaceen verwandten) Pomaceen und Coniferen

beschränkt sind. Umgekehrt haben nur sehr wenige andere Rostformen auf den Rosaceen ihr Fortkommen gefunden, und diese scheinen, zum Theil wenigstens, aus Phragmidieen hervorgegangen zu sein. Trachyspora Alchimillae (Pers.) Schröt. ist zwar einzellig, zeigt aber sonst Eigenthümlichkeiten eines Phragmidium und auch Chrysomyxa (?) urediniformis J. Müll. scheint aus einer mehrzelligen Form hervorgegangen zu sein, wie dies die Zahl der Keimporen andeutet. Bei der in Schweden auf Rubus arcticus, in Amerika auf Rubus villosus und R. occidentalis vorkommenden Puccinia Peckiana Howe (mit der nach Burrill Puccinia tripustulata Peck. identisch ist) sind die Teleutosporen sehr variabel.

Puccinia Potentillae S. auf P. canadensis, Puccinia simplex Peck. auf Geum und P. Waldsteiniae Curt. auf Waldsteinia fragarioides, Puccinia Fragariae Barcl. auf Fragaria vesca (Auteupuccinia) aus Indien, Puccinia Rosae Barcl. auf Rosa macrophylla aus Indien, Puccinia Kamtschatkae And. (mit Uredo und Teleut.) in Kamtschatka und drei von G. v. Lagerheim kürzlich in Südamerika entdeckte Uromycesarten (Lepturomyces) auf Rubus sind die wenigen Rostformen, welche ausser Phragmidium auf Rosaceen vorkommen. Die von letzteren bekannt gewordenen Arten, welche sämmtlich ihre Wirthspflanzen bedeutend schädigen oder ganz (wie viele Brombeerroste) zu Grunde richten (so dass man selten an den üppigeren Roststandorten diese mehrere Jahre lang trifft, nach einigen Jahren zuweilen an den alten Standorten kein einziges Brombeergebüsch mehr findet), sind folgende:

a) Brombeerroste (Auteuphragmidium).

Phragmidium violaceum (Schultz) Wint. bildet auf den Blättern von Rubus grosse, schwarze, violett umrandete Teleutosporenlager (von oben erscheinen die Blätter rothgefleckt) mit meist 4zelligen, schwärzlichen Teleutosporen.

Phr. Rubi (Pers.) Wint. bildet mehr zerstreute, schwarzbraune, nicht umrandete Rasen auf Blättern von Rubus (besonders R. coesius) mit vorwiegend 6zelligen, blasseren Teleutosporen und knolligem Stiel.

Phr. Rubi Idaei (Pers.) Wint. bildet über die ganze Blattfläche und die Stengel verbreitete, schwarze Sporenhäufchen mit meist 10zelligen, schlankeren, dunkleren Sporen.

Phr. albidum (Kühn) wurde 1883 von Kühn im Schwarz-

wald etc. entdeckt, dann von J. Müller in Schlesien, von mir 1885 um Greiz, zuerst spärlich, in den folgenden Jahren in zunehmender Häufigkeit aufgefunden, ist jetzt allenthalben verbreitet und dadurch ausgezeichnet, dass die an den einzelnen Zellen an dem breiteren oberen Ende mit Höckern oder fingerförmigen Fortsätzen versehenen Teleutosporen weiss aussehen (wie auch Chrysomyxa urediniformis J. Müll.). Uredo orangeroth bis blass citronengelb verblassend.

Phr. Rubi miniatum J. Müll. in feiner, staubartiger Vertheilung auf der Unterseite der Rubusblätter. Sporen kleiner und mit weniger Zellen als bei Phr. Rubi, von dem es auch durch Auftreten der Aecidien und Grösse ihrer Sporen abweicht. — Auch Phr. obtusum (Strauss) Wint. (siehe da) wurde auf Rubus gefunden.

Ausländische Arten: Phr. Barnardi Plowr. et Wint., wurde von Reader und Tepper in Südaustralien gefunden, hat 8zellige Sporen, deren Zellen kuglig sind und sofort keimen.

Phr. gracile Farlow in Amerika auf Rubus strigosus steht unserem Ph. Rubi Idaei nahe.

Phr. quinqueloculare Barcl., Phr. octoloculare Barcl. und Phr. Barclayi Diet. von Barclay im Himalaya gefunden, das erste auf Rubus biflorus (Phragmidiopsis), das letztere auf Rubus lasiocarpus, Phr. octoloculare auf rosaefolius.

Phr. (Hamaspora) longissimum Thüm. kommt am Cap der guten Hoffnung auf Brombeerblättern vor.

Von unvollkommen bekannten Rostformen kommen auf Brombeeren noch vor: Caeoma nitens (Schw.), Uredo Mülleri Schröt. (mit Spermogonien).

b) Rosenroste.

Phragmidium subcorticium (Schrank), auf wilden Rosen und Gartenrosen verbreitet und dieselben nächst den Mehlthaupilzen am meisten schädigend. Aecidien auf Blättern, Blattstielen, Früchten in dicken, grossen, orangerothen Polstern mit wenigen Paraphysen, Sporen kuglig oder elliptisch, 17—28 μ lang, 12—20 μ breit, feinstachelig. Uredo in gelbrothen, rundlichen Häufchen, Sporen kuglig bis eiförmig, 17—32 μ lang, 17—24 μ breit. Teleutosporen in lockeren Rasen, meist 8—9zellig, walzig, am Scheitel verschmälert, in ein 11—13 μ langes, farbloses Spitzchen auslaufend. Sporen dunkelbraun, 75—100 μ lang, 26—30 μ breit, Stiel 100 bis 120 μ lang, unten stark verdickt.

Phr. tuberculatum J. Müller. Spermogonien meist auf

der Oberseite der Blätter in kreisrunden Gruppen, Conidien 2—3 μ lang, 1,6 μ breit. Aecidien auf der Unterseite in kreisrunden Lagern von einem dichten Paraphysenkranz umgeben. Sporen elliptisch, 30 μ lang, 20 μ breit, mit dickem, prismatisch zusammengesetztem, grobwarzigem Epispor. Uredo- und Teleutosporenlager sehr klein. Uredosporen grobstachelig, 21—24 μ lang, 16—19 μ breit. Teleutosporen 4—6zellig (meist 5zellig), am Ende halbkreisförmig abgerundet, 54—81 μ lang, 27—35 μ breit, mit kegelförmigen Wärzchen, sonst wie voriges. Stiel unten keulenförmig verdickt. In Schlesien.

Phr. fusiforme Schröt. (Phr. Rosae alpinae Wint.) auf Rosa alpina. Aecidien meist sehr kleine Polster auf den Blättern bildend. Uredo in kleinen, punktförmigen, gelbrothen Häufchen. Teleutosporen 11—13zellig, cylindrisch, spindelförmig, an beiden Enden verschmälert, am Scheitel allmählich in ein kegelförmiges, hyalines Spitzchen übergehend, 110—120 μ lang, 19—24 μ breit, Stiel in der unteren Hälfte verdickt. In der Schweiz, in Schlesien etc.

Phr. speciosum (Fr.) auf Rosa lucida, R. nitida in Nordamerika besitzt einen ausserordentlich langen, nicht verdickten, vielfach hin- und hergebogenen Stiel mit meist 6zelligen, elliptischen, oben und unten fast gleichmässig verschmälerten dunkelbraunen Teleutosporen.

Phr. devastatrix Sorok. wurde 1884 in Mittelasien aufgefunden, wo es die jungen Triebe und jungen Blätter befällt und tödtet.

Von Rosaceenphragmidien sind sonst noch bekannt:

Phragmidium Potentillae (Pers.) Wint. (Aec., Ur. und Tel.), schwarze Teleutosporenlager mit langgestielten, im Mittel 5zelligen, walzlichen Sporen, 50—77 μ lang, 20—22 μ breit, auf Potentilla argentea, canescens, verna, aurea etc. und kultivirten Potentillen bildend.

Phr. Tormentillae Fuck. (Phr. obtusum Wint.) mit hellbraunen Teleutosporenhäufchen, cylindrischen, 3—10zelligen Sporen, 100—160 μ lang, 16—22 μ breit, oft kürzerem Stiel, auf Potentilla silvestris, procumbens, mixta, Rubus (bei Greiz).

Phr. papillatum Dietel auf Potentilla strigosa in Sibirien mit meist 3—4zelligen, breiteren Teleutosporen und einer nicht sehr hohen Papille auf dem abgerundeten Scheitel, steht dem vorigen nahe.

Phr. Fragariastri (DC.) Schröt. mit kurzem (22 μ langem)

Stiel, cylindrischen, 3—4(5) zelligen, stumpfwarzigen Teleutosporen, 46—60 μ lang, 22—26 μ breit, in kastanienbraunen oder schwarzbraunen Häufchen. Auf Potentilla alba und P. Fragariastrum.

In Indien entdeckte Barclay Phr. Laceianum Barcl. auf Potentilla argyrophylla und Phr. nepalense Barcl. auf Potentilla nepalensis.

Phr. Sanguisorbae (DC.) Schröt. Teleutosporen in schwarzen, punktförmigen Häufchen, 4—5zellig, dunkelbraun, die 4zelligen 44 bis 55 μ lang, 20—22 μ breit, Stiel 22 μ lang, auf Sanguisorba minor.

Phr. (Xenodochus) carbonarium (Schlecht.) Wint., nur Caeoma (Aecidium) und Teleutosporen, letztere in kohlschwarzen, festen Lagern aus 12—20 zusammengedrückt kugligen Zellen bestehend, an den Verbindungsstellen eingeschnürt, am Scheitel abgerundet, sehr kurz gestielt. Ketten bis 300 μ lang, 15—20 μ breit.

Die Arten Phr. Tormentillae, Phr. Barnardi, Phr. albidum, welche auch zum Theil in der Art der Keimung Abweichungen zeigen (den Puccinien näher stehen), keimen ebenso wie die Hamasporaarten, Puccinia Cerasi Bér. etc. gleich nach der Reife.

Ein noch näher zu untersuchendes Phragmidium vom Cap ist Hedwigia, 1889 p. 22 erwähnt.

Auf der gleichfalls zu den Rosaceen gehörigen Agrimonia Eupatoria kommt in Amerika Melampsora (Thecapsora) Agrimoniae Dietel vor, von der in Deutschland nur die Uredoform vorzukommen scheint.

§ 168. III. Gruppe. Endophyllei. Teleutosporen zu Ketten verbunden, deren Zellen sich leicht trennen, in regelmässigen Lagern, die den Aecidien der Puccinien gleichen; aber die Sporen erzeugen bei der Keimung ein Basidium, welches bei der indischen Gattung Monosporidium einsporig (wie bei Kneiffia unter den Hymenomyceten), bei Endophyllum typisch viersporig ist.

Endophyllum Euphorbiae silvaticae (DC.) Wint. auf Euphorbia amygdaloides. Die erkrankten Pflanzen sind an ihren kürzeren, breiteren, fleischigen Blättern und ihrer gelbgrünen Färbung leicht kenntlich.

E. Sempervivi Alb. et Schw. Peridie zerstreut, kuglig, am Scheitel mit kleiner, rundlicher Oeffnung, die sich später erweitert. Sporen rundlich, warzig, gelbbraun, bis 35 μ lang, 20—32 μ breit, auf den Hauswurz- (Sempervivum-) Arten, deren Blätter durch den Pilz schon vom Herbst an durch längere, schmalere Form und

bleiche Farbe kenntlich sind. Mit den Blättern überwintert das Mycel, das im Frühjahr die Sporenlager bildet.

E. Sedi. Peridie bedeutend kleiner, ihre Zellen feiner warzig. Sporen rundlich, sehr feinkörnig, orangegelb, 20—32 μ lang, 16—24 μ breit. Auf Sedum maximum, acre, sexangulare, reflexum etc. (Von Crassulaceenrosten sind sonst noch zu bemerken: Puccinia Sedi Körn. (Tel.) auf Sedum elegans Lej., P. exanthematica Mc. Ow. (Tel.) auf Crassula, P. Rhodiolae Berk. et Br. auf Rhodiola rosea, P. umbilici Guep. auf Cotyledon umbilicus und pendulus.

§ 169. IV. Gruppe. Gymnosporangiei. Teleutosporen von weiten Gallerthüllen umgeben, die mit den Sporen einen gallertartigen Fruchtkörper bilden.

Gymnosporangium bildet meist grosse, abstehende Fruchtkörper, seltener flache Lager. Jede der 2 Zellen der Teleutospore mit mehreren (2 oder 4) Keimporen versehen. Zweierlei Teleutosporen, kein Uredo. Teleutosporen auf Pomaceen, Aecidien auf Cupressineen. Die bisher genauer bekannten Arten sind bei den heteröcischen Rosten aufgeführt worden; in Deutschland sind 3 Arten einheimisch, die aber nach den neueren Untersuchungen und Versuchen von Tubeuf nicht so scharf zu trennen sind, als dies die Diagnose erscheinen lässt. — Die dünnwandigen Teleutosporen keimen zuweilen uredoartig aus, können jedoch (nach Richards) auch Basidien bilden.

G. juniperinum (L.) Wint., der Apfelrost, bildet seine Aecidien nach Tubeuf ausser auf Pirus Aria und P. Aucuparia auf P. Malus und Amelanchier. Auf der Eberesche (Pirus Aucuparia) bildet er auf gelb- oder rothgefärbten, rundlichen Flecken der Oberseite Spermogonien, ihnen gegenüber auf stark gewölbten Polstern die zu mehreren zusammenstehenden Aecidien. Letztere erscheinen als 2—8 mm lange, gerade oder hornförmige, bis 1 mm breite, gelbbraune Röhren, die am Scheitel zu Fransen aufreissen. Sporen in Ketten, 20—28 μ lang, 19—24 μ breit, polygonal, Membran bräunlich, feinwarzig, mit 6 Keimporen; Inhalt gelbbraun. Juni bis September. — Teleutosporenfrüchte auf Juniperus communis und nana aus Stamm oder Zweigen als rothgelbe, knollige, kuglige oder eiförmige Gallertkörper, die beim Eintrocknen hirnartige Falten tragen, hervorbrechend. Sporen spindelförmig, mit dicker Membran, 40—75 μ lang, 20—27 μ breit. Daneben und an Nadeln in kleinen Polstern, meist mit der dünnwandigen Form, bis

66 μ lang, 17 μ breit. Sowohl die Aecidien (Aecidium cornutum Gu.) als die Teleutosporenfrüchte auf Juniperus sind sehr auffällig, dürften aber vom Anfänger kaum für Rostpilze gehalten werden. Die Teleutosporengeneration erscheint um Mitte April in Form dunkel chokoladebrauner Polster, die zwischen den Rindenschuppen hervorkommen, zähe und trocken, mit plüschartiger Oberfläche auftreten und zunächst nur derbwandige Sporen auf langen Stielen bilden; unter ihrem Schutz bilden sich später die dünnwandigen Sporen aus. Erst im Mai und Juni quellen die Polster zu grossen, gallertartigen Klumpen und Lappen auf. Beim Eintrocknen bleiben grosse hellgelbe Flecke auf den knotig angeschwollenen Aesten. Der Pilz tödtet häufig die Wachholdersträucher und ist stellenweise (z. B. in Stockholm) den Apfelbäumen sehr schädlich.

Die häufig auf den grünen Juniperusnadeln schmarotzende Hendersonia foliicola Berk. hat mit Gymnosporangien nichts zu thun.

G. Sabinae (Dicks.) Wint. bildet auf Pirus communis, P. Michauxii, P. tomentosa von Juni bis September den „Gitterrost der Birne" (Roestelia cancellata), die Spermogonien- und Aecidienform, erstere auf der Oberseite, letztere ihr gegenüber auf einer dicken, bauchigen Anschwellung. Aecidien hellbräunlich, am Scheitel geschlossen bleibend, seitlich gitterartig aufreissend. Sporen in Ketten mit Zwischenzellen, feinwarzig, bräunlich mit gelbbraunem Inhalt, 22—40 μ lang, 17—26 μ breit. — Teleutosporen auf Juniperus Sabina und verwandten Arten im April und Mai gelbrothe, gallertige, unregelmässig kegelförmige oder cylindrische Fruchtkörper bildend, spindelförmig, beiderseits verschmälert, bis 55 μ lang, 18 μ breit, oder elliptisch, oben abgerundet, 38—50 μ lang, 23—26 μ breit, mit 4 Keimporen in jeder Spore.

G. clavariaeforme Jacq. Spermogonien und Aecidien von Juni bis Oktober auf Crataegus oxyacantha etc. Bei Aussaat der Basidiensporen auf Crataegus erhielt Tubeuf eine Roestelia von Gestalt der R. cornuta (des G. juniperinum); auf Pirus Aucuparia und Cydonia vulgaris kam es nur zur Spermogonienbildung, auf Pirus latifolia entstanden einige Aecidien mit kurzer Peridie; Crataegus Oxyacantha etc. die als R. lacerata beschriebene Form. Auf Pirus Malus, P. Aria, P. Chamaemespilus und Mespilus gelang die Infection nicht, während hier G. juniperinum theils hornförmige, theils kurze, zerschlitzte Aecidien der Formen R. cornuta, lacerata, concellata bildete. — Die Teleutosporenform des G. clavariaeforme bildet auf Juniperus communis Anfangs April zunächst

hellgelbe, einzelne Zäpfchen, die unter Quellung Zungen- und Bandform annehmen oder sich wurmförmig krümmen und von den stark angeschwollenen Zweigen zuletzt abfallen. Die dünnwandigen Teleutosporen 100—120 μ lang, 13—14 μ breit, die dickwandigen 86—96 μ lang, 12—16 μ breit, gelbbraun, mit 4 Keimporen in jeder Zelle. — Auch das amerikanische G. confusum Plowr. (Aec. auf Mespilus, Cydonia, Crat. Oxyacantha etc., Tel. auf Juniperus Sabina) ist in Deutschland gefunden worden.

In Nordamerika kommen ausserdem noch folgende Gymnosporangiumarten vor:

Gymnosporangium Ellisii Berk. (= Hamaspora Ellisii Körnicke) auf Cupressus thyoides, dazu vermuthlich Roestelia transformans Ell. auf Pirus arbutifolia und P. Malus.

G. biseptatum Ellisii auf Cupressus thyoides und Libocedrus decurrens; Aecidien und Spermogonien auf Crataegus tomentosa und Amelanchier canadensis (Roestelia botryapites).

G. macropus Lk. auf Juniperus virginia, kuglige Anschwellungen der Zweige verursachend, Aecidium (Roestelia pirata) und Spermogonien auf Arten Crataegus, Amelanchier, Pirus coronaria, P. arbutifolia.

G. clavipes Cke. et Pk. auf Juniperus Virginiana — Pirus Malus, P. arbutifolia, Amelanchier canadensis (Roestelia aurantiaca).

G. globosum Farl. auf Juniperus virginiana — Crataegus, Pirus Malus, Sorbus americana (Roestelia lacerata etc.). Diese von Farlow als Varietät von G. Sabinae betrachtete Form erzeugt starke, kuglige Anschwellungen der Wachholderzweige.

G. nidus avis Thaxt. auf Juniperus virginiana — Amelanchier canadensis (R. lacerata etc.), erzeugt auf Juniperus eine dichtere Verzweigung, „birds-nest“-Deformation.

Ausserdem werden noch genannt Gymnosporangium speciosum Pk. auf Juniperus occidentalis, Roestelia hyalina Cke.; aus Südamerika G. (?) guaraniticum auf Cupania sp.

Schliesslich hat Barclay aus dem Himalaya noch G. Cunninghamianum Barcl. beschrieben, der auf Cupressus torulosa Don. und in der Aecidienform auf Pirus Pashia vorkommt.

§ 170. V. Gruppe. Melampsorei. Teleutosporen zu flachen Lagern oder dünnen Säulchen vereinigt. Jede Teleutosporenzelle mit einem Keimporus.

Melampsora. Spermogonien in kleinen, kreisförmigen, flachen

Lagern. Aecidien (Caeoma) in meist weit verbreiteten, unregelmässigen Lagern, ohne Peridie, Sporen in Ketten. Uredo einzeln gebildet mit feinstacheliger Membran. Teleutosporen einzellig, seltener durch Spaltung in mehrere auf oder neben einander stehende Fächer getheilt, zu flachen, oft schwarzbraun oder schwarz werdenden Krusten vereinigt.

Untergattung Melampsora. Teleutosporen ausserhalb der Epidermiszellen gebildet, dauernd einzellig.

Melampsora Lini (Pers.) Tul., der Flachsrost, auf Linum usitatissimum und anderen Linumarten stellenweise grossen Schaden bringend, z. B. in Belgien, in Australien. Uredo in rothgelben Häufchen, 15—22 μ lang, 14—16 μ breit, zwischen ihnen kopfförmig angeschwollene 17—20 μ breite Paraphysen. Teleutosporen dicht unter der Oberhaut gebildet, rothbraune, dann pechschwarze Lager bildend, cylindrisch prismatisch, bis 45 μ lang, 20 μ breit. Caeoma unbekannt, ebenso wie bei den Rosten der Hainbuche M. Carpini, der Mehlbeere M. Ariae (Schleich.) Wint. Die Salicineenroste, welche hierher gehören, bilden ihre Aecidien auf verschiedenen anderen Nährpflanzen (s. d. Verzeichniss heteröcischer Roste). Die Wolfsmilchroste der Gattung Melampsora wurden früher erwähnt.

Unterordnung Pucciniastrum. Teleutosporen extracellulär gebildet, zum Theil durch nachträgliche Theilung in 2—4 neben einander oder schief auf einander stehende Zellen getheilt. Hierher Melampsora pustulata (Pers.) Fuck. auf Epilobium, M. Circaeae auf Circaea.

Unterordnung Thecapsora. Teleutosporen intracellulär (in den Oberhautzellen) gebildet, zu einem unregelmässig umgrenzten, bräunlichen Lager zusammenfliessend.

Melampsora Padi (Kunze et Schw.) Wint., Traubenkirschenrost, auf Prunus Padus. Uredo in pustelförmigen, weissen Häufchen auf violett oder bräunlich verfärbten Flecken der Blattunterseite. Teleutosporen oben in den Epidermiszellen gebildet, diese ausdehnend und ausfüllend, später in schwarzbraunen Krusten, 17—20 μ lang, durch Längstheilung gewöhnlich in 4 prismatisch-cylindrische, neben einander stehende Zellen getheilt.

Die Roste der Nadelbäume (Abietineen).

Calyptospora. Aecidien in ein festes Peridium eingeschlossen. Sporen kettenförmig. Teleutosporen in den Oberhautzellen, durch Längsscheidewände gewöhnlich viertheilig.

C. Goeppertiana Kühn erzeugt den Tannennadelrost. Spermogonien und Aecidien (Aec. columnare). Aecidien in zwei Längsstreifen auf der Nadelunterseite, cylindrisch, bis 3 mm lang, weiss, am Rand zerschlitzt, Sporen 16—22 μ lang, 10—16 μ breit. Teleutosporenlager an den Stengeln von Vaccinium Vitis Idaea etc., dessen Stengel dadurch lang und steif werden. Die Stengel werden aufgetrieben, braun. Sporen in den Oberhautzellen viertheilig, kurz prismatisch, bis 30 μ lang, bräunlich, glatt.

Auch eine Anzahl anderer Rostpilze der verschiedensten Gattungen bildet auf den Abietineen ihre Aecidienform aus, so Coleosporium Senecionis, Cronartium asclepiadeum, C. ribicolum, Melampsora Tremulae, M. pinitorquum, Chrysomyxa Ledi und Ch. Rhododendri. Besonderer Untersuchung bedürfen die Melampsoraarten, bei denen es zunächst den Anschein hat, als ob — ähnlich wie es bei Uromyces lineolatus erwiesen ist — die Basidiensporen auf Pflanzen sehr verschiedener Familien ihre Aecidien bilden könnten. So sind von Melampsora populina Jacq. auf Clematis und auf Allium Aecidien gezogen worden; nach Rostrup erzeugt von den Pappelrosten Melampsora Tremulae Tul. sowohl Caeoma Mercurialis auf Mercurialis perennis, als Caeoma pinitorquum der Kiefer und nach Anderen Caeoma Laricis, während man andererseits die hierzu gehörigen Uredo- und Teleutosporenformen getrennt hat, die Form zu Caeoma Laricis als Melampsora Tremulae Tul., die Form zu Caeoma Mercurialis als Melampsora aecidioides DC und die Form zu Caeoma pinitorquum als Melampsora pinitorquum Tul. unterschieden hat. Von den Weidenmelampsoren hat man bisher von dreien die Aecidien erhalten und zwar von M. farinosa Pers. auf Evonymus europaeus (Caeoma Evonymi), von M. epitea Kze. et Schmidt auf Ribes (Caeoma Ribesii) und von M. repentis Plowr. auf Orchideen. Zu M. Vacciniorum (Lk.) Karst. gehört wahrscheinlich Aec. strobilinum (Alb. et Schwein.) Reess.

M. pinitorquum Tul., Urheber der Kiefern-Drehwüchsigkeit, befällt in der Aecidienform vornehmlich Kiefersämlinge bis zu 10 Jahren, die er tödtet, bei älteren Bäumen sterben nur die befallenen Triebe, welches meist die oberen sind. Häufig sind die Zweige nur an einer Seite befallen und zeigen dann Drehungen und Verkrümmungen. Der Pilz bildet Ende Mai an der zarten, grünen Rinde der neuen Triebe in Gestalt goldgelber Längsstreifen von 1 bis 2 cm Länge und 2 bis 3 mm Breite seine Aecidienlager, die später der Länge nach aufplatzen

(Sporen rundlich, 15—20 μ im Durchmesser). Ein erkrankter Bestand macht nach Hartig Ende Juni den Eindruck, als hätte der Frost die Triebe getödtet, ältere Schonungen bekommen das Aussehen, als wären sie vom Wilde verbissen, da zahlreiche, zwischen den Nadeln hervorkommende Triebe den Verlust zu ersetzen suchen. In trockenen Jahren wird die Entwicklung des Pilzes sehr zurückgehalten und kann sich ein erkrankter Bestand bei mehrjähriger Trockenheit wieder erholen. Die Kieferndrehkrankheit tritt besonders in der Nähe der Felder auf, so dass man glaubte, die weitere Entwicklung des Pilzes erfolge auf einer Ackerpflanze, doch ist auch frühzeitig das stete Vorhandensein der Aspen (Populus tremula) in den kranken Beständen aufgefallen. — Uredo- und Teleutosporen auf Pappeln, namentlich Aspen. Uredo an den Zweigen oft grosse, orangerothe Polster bildend, an den Blättern in gelbrothen Häufchen. Sporen elliptisch, 15—22 μ lang, 13—15 μ breit, mit zahlreichen knopfigen Paraphysen, 33—50 μ lang, 9—15 μ breit. Teleutosporen auf der Unterseite der Blätter in anfangs rothbraunen, später pechbraunen Krusten, 45—50 μ lang, 11—12 μ breit. Bei Melampsora aecidioides DC (zu Caeoma Mercurialis) sind die Uredohäufchen rundlich, von grossen, dichtstehenden Paraphysen wie von einem weissen Kranze eingefasst; Sporen 17—24 μ lang, 15—17 μ breit; Paraphysen keulenförmig gebogen, 40—60 μ lang, 15—22 μ breit; Teleutosporen in kleinen, braunen Krusten.

Eine dritte Form (?) Melampsora Tremulae Tul. verursacht nach Hartig's Untersuchungen in der Aecidienform (Caeoma Laricis) den Lärchennadelrost, welcher im Mai oder Juni an den Nadeln der Lärche kleine, goldgelbe Sporenpolster bildet und die Nadeln zum Absterben bringt. — Hartig hat auch von der M. populina den Lärchenrost erhalten und hält die M. tremulae, populina, balsamiferae für Formen derselben Species.

Plowright hat durch Versuche nachgewiesen, dass unter dem Namen Caeoma Laricis mindestens zweierlei Aecidien verstanden werden, von denen das eine auf Populus tremula nicht keimt, vielmehr zu dem Birkenrost Melampsora betulina (Pers.) Wint. gehört. Als Plowright die Sporen von Caeoma Laricis auf die Blätter einer kleinen Betula alba in seinem Garten impfte, erschien nach 10 Tagen die Uredoform. Im April brachte er die keimenden Teleutosporen von Melampsora betulina auf ein kleines Exemplar von Larix europaea und beobachtete bald die Spermogonien und später das Caeoma.

Ein gleichfalls durch Plowright neu aufgefundener Weidenrost, Melampsora repentis Plowr. auf Salix repens, bildet seine Aecidienform auf Orchideen (Orchis maculata, O. militaris, Ophrys myodes, Gymnadenia conopsea etc.), die früher als Caeoma Orchidis beschrieben worden. Die Infection von Orchis durch die im April keimenden Salix repens-Teleutosporen, sowie die von Salix durch die Orchisaecidiosporen gelang sicher, während letztere auf Salix Caprea und S. viminalis keinen Rost erzeugten. Die Uredoform bildet kleine, flache, rhombische Sori, die in grosser Zahl auf der Blattunterseite hervorbrechen und von kopfförmig ovalen, hyalinen Paraphysen umgeben sind. Sporen rund oder leicht oval, mit farbloser, stacheliger Membran, 10—12 μ im Durchmesser. Inhalt orangegelb, Paraphysen fast kuglig, hyalin, 20—25 μ im Durchmesser, mit 25—35 μ langen Stielen. Teleutosporen in anfangs orangefarbigen Häufchen, später braun, schliesslich schwarz, auf der Blattunterseite, rundlich, flach, glatt, selten mehr als einen Millimeter Querdurchmesser besitzend. Sporen cylindrisch, im Querschnitt polygonal, braun, 50—55 μ lang, 10 μ breit.

Während hier bei den Salicineenmelampsoren die Unterscheidung der zu den einzelnen Coniferenaecidien gehörigen Teleutosporenformen Schwierigkeiten macht, ist bei den Kiefernblasenrosten, welche man vordem zu einer einzigen Art stellte, die Unterscheidung der zu wesentlich verschiedenen Teleutosporenformen gehörigen Aecidienformen schwierig. Die Blasenroste erzeugen den Kiefernkrebs, Kienzopf, die Kiefernräude. Im Bastgewebe junger und alter Kiefern, bei letzteren in den oberen Stammtheilen und Aesten, verbreitet sich das perennirende Mycelium des Pilzes, verwandelt den Zellinhalt in Terpentin und dringt durch die Markstrahlen ins Innere des Holzstammes bis 10 cm tief hinein, das Holz bis zu dieser Tiefe in „Speckkien“ verwandelnd. Eine Reihe von Jahren bricht alljährlich im Juni eine grosse Anzahl goldgelber, etwa erbsengrosser Blasen aus der kranken Rinde hervor, in deren Innerem die Sporen gebildet werden. Der Pilz verbreitet sich von der Ansteckungsstelle in der Rinde aus nach allen Richtungen, bis er den Stamm ringsum erfasst hat, worüber 70 bis 80 Jahre vergehen können. Die befallene Rinde stirbt ab, wird äusserlich schwarz oder wird durch Harzausfluss weisslich. Die noch gesunde Seite des Baumes verdickt sich, so dass zuweilen eigenthümliche, spiralig von unten nach oben verlaufende Stammanschwellungen entstehen. Ist der Baum an der kranken Stelle ringsherum verkient, so stirbt der

darüber befindliche Zopf (Kienzopf) ab und die unter der befallenen Stelle entspringenden Aeste müssen die Ernährung vermitteln oder der Baum geht, wenn solche fehlen, zu Grunde. Weniger gefährlich scheint der Blasenrost auf den Nadeln der Kiefer zu werden, wo im Mai stecknadelkopfgrosse Blasen, zuweilen von weiter Ausdehnung, gebildet werden. Nach den Untersuchungen von Wolf, Cornu, Magnus, Klebahn u. A. ist über die Entwicklungsgeschichte der Blasenroste jetzt Folgendes bekannt. Es sind mindestens drei verschiedene Arten von Kiefernblasenrosten unserer gemeinen Kiefer (und eine für Pinus Strobus) zu unterscheiden, von denen der eine zu dem Kreuzkrautrost Coleosporium Senecionis, der andere zu Cronartium asclepiadeum gehört, während für die dritte in Deutschland häufigste Form des in der Rinde der Kiefer vegetirenden Blasenrostes die zugehörige Teleutosporenform noch zu ermitteln ist (Coleosporium Rhinanthacearum?).

Cronartium Ribicola Dietr. erzeugt den Blasenrost (Peridermium Strobi) der Weymouthskiefern (P. Strobi, Lambertiana, Cembra) und tritt in der Uredo- und Teleutosporenform auf Ribesarten, mit Ausnahme der Ribes Grossularia, auf (nur hochstämmige Stachelbeersträucher, die auf Ribes aureum veredelt worden, sind infectionstüchtig). Klebahn gelang es sowohl von den Peridermiumsporen aus, auf den Ribesarten den Rost zu erzeugen, als auch umgekehrt von den Basidien der Ribesform aus an Weymouthkiefern den Pilz bis zur Bildung der durch eigenthümlichen Geruch und Abscheidung süssen, spermatienhaltigen Saftes Schnecken und andere Thiere anlockenden reichlichen Spermogonien zu bringen. Auf Ribes bildet der Pilz lebhaft orangerothe Häufchen mit halbkegliger Peridie, die am Scheitel durch punktförmige Oeffnung die Sporen als orangerothe Ranken entlässt, Sporen elliptisch, 19—32 μ lang, 16—22 μ breit. Teleutosporen in gebogenen, bis 2 mm hohen gelbrothen, dann bräunlichen Säulchen, bis 12 μ breit. Uredo- und Teleutosporen werden in den Monaten Juli bis Oktober gebildet. Der Pilz ist um Stockholm besonders vernichtend aufgetreten seit 1887, anfangs nur junge Strobuspflanzen befallend, dann grosse Bäume angreifend.

Cronartium asclepiadeum (Willd.) Fr. Dieser Rindenblasenrost der Kiefer (Klebahns Peridermium Cornui) tritt im Juni auf der Kiefer auf. Nach Klebahn sind die Aecidosporen etwas kleiner als die von Peridermium pini (25—31 μ lang, 17 bis 22 μ breit), nämlich 22—26 (30) μ lang, 16—20 μ breit. Der obere

Theil der Peridienwand ist bei P. pini fein gekräuselt, die Einknickungen des Gewebes springen nach der Innenseite vor, die dadurch schuppig erscheint. Von diesem schuppigen Gewebe entspringen vielfach starre Fäden (fila rigida, wie sie Léveillé genannt hat). Diese fila rigida fehlen bei P. Cornui aus St. Germain fast völlig (bei dem Greizer Material sind sie aber vorhanden). Die oberen Peridermiumzellen sind weniger zusammengedrückt, haben dünnere, ca. 4—5 μ dicke Zellwände (bei P. Pini 5—6 μ). Es sind dies aber nur subtile Unterschiede; im Uebrigen ist der gemeine Rindenrost, Peridermium Pini (Willd) Kleb., dessen Uredo- und Teleutosporenform noch nicht bekannt sind, dem Aecidium des Cronartium täuschend ähnlich. Klebahn hat negative Resultate mit letzterem bekommen, als er Sonchus, Campanula zu inficiren versuchte (da Coleosporien am ehesten in Betracht kommen durften), ein zweifelhaftes mit Alectorolophus minor (Coleosporium Rhinantacearum.) Dagegen hat Klebahn in gleicher Weise wie Cornu aus dem Peridermium Cornui (aus Gegenden in denen Cynanchum Vincetoxicum vorkommt) das Cronartium gezüchtet. Während Aussaatversuche mit Peridermium von Bremen, Binnen bei Nienburg, Grossbritannien, Markersbach bei Pirna (wo Cynanchum fehlt) auf Cynanchum ganz erfolglos waren, trat das Cronartium darauf auf bei Aussaat der Peridermiumsporen aus Greiz (wo Cronartium an den Stellen des Vorkommens des Rindenrostes häufig ist).

Auf Cynanchum Vincetoxicum bildet Cronartium asclepiadeum Uredo in ockerfarbenen, pustelförmigen, dichten Häufchen mit halbkegliger Peridie. Sporen elliptisch oder eiförmig, 20—24 μ lang, 13—17 μ breit, hell ockerfarben. Die Teleutosporen bilden bis 2 mm lange gebogene, oft pfriemlich verschmälerte bräunliche Säulchen, die mitten aus den Uredopusteln entspringen; die langgestreckten Sporen sind bis 11 μ dick. — (G. von Lagerheim hat auf Cynanchum auch eine Leptopuccinia P. Cynanchi beschrieben.)

Coleosporium Senecionis (Pers.) Wint. erzeugt auf Kiefern (P. silvestris und P. austriaca) den Nadelblasenrost (Peridermium oblongisporium Fuckel), Spermogonien und Aecidien. Während die Aecidiosporen der Rindenroste der Kiefer polyëdrisch oder rundlich elliptisch waren, sind die des Nadelrostes oblong, 30—36 (40) μ lang, 19—24 μ breit, Epispor gleichmässig warzig und dick, 3,5—4,5 μ (bei P. Strobi, P. Pini, P. Cornui ist das Epispor theils gefeldert, glatt und dicker, theils dünner und warzig). Peridie ohne fila rigida, Peridienzellen

ca. 20 μ dick mit 3—4 μ dicker Membran, aussen und innen gleich warzig. Die Zugehörigkeit dieser Form zu Coleosporium Senecionis wurde von Wolff 1872 entdeckt. Der Uredo bildet auf Senecio gelbrothe, schnell verblassende, staubige Häufchen. Sporen in kurzen Ketten elliptisch bis cylindrisch, 20—30 μ lang, 17—22 μ breit, Basidien (Teleutosporen) in flachgewölbten gelbrothen, dann blutrothen wachsartigen Krusten, cylindrisch oder keulenförmig, bis 110 μ lang, 17—30 μ breit.

Von Peridermien unbekannter Zugehörigkeit sind noch bekannt die Nadelroste Peridermium orientale Cke. auf Pinus longifolia in Ostindien; P. Ravenelii Thüm. auf Pinus australis in Süd-Carolina; die Rindenblasenroste Peridermium piriforme Pk. mit birnförmigen Sporen auf Pinus in Georgia; P. Cerebrum Pk. (grosse tonnen- oder kugelförmige Anschwellungen erzeugend) in Nordamerika. P. filamentosum Pk. auf Pinus ponderosa in Arizona; P. Harknessi Moore auf Pinus ponderosa, insignis, Sabiniana, contorta in Californien.

Von besonderem Interesse ist Coleosporium Pini Galloway, das bei Washington auf Pinus inops mit Peridermium Cerebrum wächst und wozu vermuthlich letzteres gehört.

Die zuletzt erwähnte Gattung Coleosporium und die folgende Chrysomyxa ermangeln der eigentlichen Teleutosporen (mit Exospor und Keimporen), bei Coleosporium ist es die 4 zellige Basidie selbst, bei Chrysomyxa sind es die oft verzweigten Fruchthyphen, die die Basidien abgliedern, welche durch ihren rothen Inhalt ähnlich gefärbte Lager wie die Teleutosporen anderer Rostpilze bilden. Sie lassen sich als VI. Gruppe Proturedinei von den Melampsorei etc. trennen.

Chrysomyxa Abietis Ung. erzeugt den Fichtennadelrost oder die Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln. Die Fruchthyphen („Sporenlager") brechen aus einem überwinternden Mycel auf gelblich verfärbten Flecken und Ringeln im Frühjahr hervor, sind gelbroth, bis 100 μ lang, 9—12 μ breit, einfach oder verzweigt, wachsartig, reihweise Lager bildend. Basidiensporen kuglig, 4—6 μ im Durchmesser, orangeroth, sofort keimend und ein perennirendes Mycel bildend. Die Nadeln, deren Basidiensporen verstäubt sind, fallen bereits im Juni ab. Wiederholt sich die Krankheit alljährlich in stärkerem Masse, so tritt im Lauf der Jahre völlige Entnadelung und Verkümmerung des Bestandes ein (vgl. auch die Nadelröthe oder Nadelschütte bei Lophodermium macrosporum). Die Krankheit tritt besonders auf nassem Boden und in engen feuchten Thälern auf, wo eine hinreichende Durchforstung fehlt. Die nord-

amerikanische Weissfichte Picea alba Lk. wird nach Münter vom Fichtennadelroste nicht befallen.

Der Fichtenbecherrost (Aecidium abietinum), welcher weniger verbreitet ist, aber unvergleichlich verheerender auftritt, wird nach den Untersuchungen von De Bary durch Chrysomyxa Rhododendri (DC.) Wint. im Hochgebirge, in der Ebene und den niedrigeren Gebirgen durch Chrysomyxa Ledi (Abb. et Schw.) Wint. erzeugt. Von der ersteren Art tritt im Juli und August an den gelbfleckigen Fichtennadeln das Aecidium mit leicht verstäubenden Sporen, 17—45 μ lang, 12—22 μ breit, in einer oder zwei Längsreihen auf. Die Peridie ist weiss, cylindrisch, bis 3 mm lang, mit unregelmässig gezähntem Rande. Ihre Zellen sind stark zusammengedrückt, mit dem unteren Ende schief über das stumpfe obere Ende der nächsten Zelle übergreifend (bei Chrysomyxa Ledi sind sie biconcav, plattenförmig, an beiden Enden abgeplattet). Uredo auf verfärbten Flecken der Alpenrosen (Rhododendron ferrugineum, hirsutum) orangegelb, Sporen 17—28 μ lang, 15—22 μ breit. Die Fruchthyphen bilden grössere oder kleinere braunrothe, dann orangefarbene Gruppen auf rothbraunen Flecken, sind 10—12 μ dick, nach oben stumpf abgerundet. Die basidientragenden Lager erscheinen im Juni und Juli nach der Schneeschmelze auf den überwinternden Blättern, die Basidiosporen keimen sofort auf der Fichte. In den höheren Bergregionen über der Verbreitungszone der Fichte bildet der Alpenrosenrost überhaupt keine Aecidien, sondern wird durch die massenhaft gebildete Uredoform erhalten. Bei Chrysomyxa Ledi auf Ledum palustre sind die Uredosporen 16—35 μ lang, 16—20 μ breit, elliptisch bis oblong birnförmig, das Fruchtlager bildet blutrothe Pusteln mit orangegelben Fruchthyphen, 70 bis 90 μ lang, 13—15 μ breit. Auch auf Ledum findet sich in Grönland dieser Rost ohne Aecidien. (Picea excelsa fehlt).

Von Chrysomyxa pirolatum (Körn.) sind nur Uredo- und Teleutosporen bekannt, doch gehört dazu vielleicht das Aecidium conorum piceae Reess., wie zu Melampsora Vacciniorum Aecidium strobilinum (Alb. et Schw.). — Chrysomyxa Piceae Barcl. ist eine Leptochrysomyxa im Himalaya.

Auf den Abietineen findet sich noch eine grosse Anzahl von Aecidien unbekannter Entwicklung, so das essbare Aecidium coruscans Fries, das die Nadeln junger Fichtentriebe befällt und die Zweigspitzen in goldgelbe Zapfen umwandelt, und der Ur-

heber der Hexenbesen und des Krebses der Weisstanne, Aecidium elatinum Alb. et Schw.

Von dem Aecidium elatinum Alb. et Schw. ist bisher nur die auf jungen Zweigen und Blättern der Tanne auftretende Spermogonien- und Aecidiumform bekannt, die aber auf der Tanne selbst nicht keimfähig ist. Die Aecidien treten in zwei Längsreihen auf der Unterseite der kurzen, dicken, brüchigen Nadeln auf, die hellgrün gefärbt sind. Das perennirende Mycelium durchwuchert Stamm und Aeste und verursacht am Stamme eine tonnenförmige Anschwellung bis zum Doppelten der normalen Dicke mit dicker tiefrissiger Rinde. Bei Entfernung der Rinde vermorscht das Holz sehr schnell, so dass der Pilz zu den bedeutenden Schäden durch Windbruch Veranlassung gibt. An den Aesten veranlasst das Mycel die Bildung krebsartiger Geschwülste, von welchen aus eine krankhafte Zweigbildung, die Bildung sogen. Hexenbesen (vgl. Taphrina) ausgeht, deren Endverzweigungen die abnormen Nadeln mit den Aecidien tragen. In den Krebsgeschwülsten perennirt das Mycelium oft über 50 Jahre.

Von Pilzen, die nur in der Uredoform bekannt sind, verdient ein neuer gefährlicher Feind des Weinstockes (Uredo Vialae Lagerh.) Erwähnung, den v. Lagerheim in Jamaika 1889 gefunden hat. Der Pilz bildet auf der Blattunterseite einzelne grössere oder kleinere, zu Gruppen vereinigte Sporenlager, die auch die Oberseite der Weinblätter fleckig erscheinen lassen. Uredosporen birn- oder eiförmig, 20—27 μ lang, 15—18 μ breit, goldgelb mit hyaliner dünner, stacheliger Membran. Lager von farblosen, gekrümmten Paraphysen umgeben. Was früher als Uredo viticida Daille, Uredo Vitis v. Thüm. und U. Vitis Rav. beschrieben und ausgegeben worden, hat nach den Untersuchungen Vialas und v. Lagerheim's mit Rostpilzen überhaupt nichts zu thun, und die Puccinia incarcerata Léveillé's ist die Ustilaginee Schroeteria Cissi de Toni.

Erläuterungen zu Figur 9.

Rostpilze.

1. Teleutospore von Uromyces Fabae.
2. „ „ Uromyces scutellatus.
3. „ „ Uromyces (Pileolaria) Terebinthi.
4. „ „ Uromyces (Pileolaria) Ipomeae.
5. „ „ Puccinia coronata.

6. Teleutospore von Puccinia Prostii.
7. „ „ Puccinia graminis.
8. „ „ Puccinia appendiculata.
9. „ „ Uropyxis Amorphae.
10. „ „ Diorchidium Steudneri.
11. „ „ Phragmidium Tormentillae s. obtusum.
12. „ „ Phragmidium Potentillae.
13. „ „ Phragmidium Sanguisorbae.
14. „ „ Phragmidium Fragariastri.
15. „ „ Phragmidium Rubi Idaei.
16. „ „ Phragmidium Rubi.
17. „ „ Phragmidium violaceum.
18. „ „ Phragmidium Rosae alpinae.
19. „ „ Phragmidium speciosum.
20. „ „ Phragmidium subcorticium.
21. „ „ Phragmidium albidum.
22. „ „ Phragmidium carbonarium.
23. „ „ Triphragmium clavellosum.
24. „ „ Cronartium asclepiadeum.
25. „ „ Ravenelia indica.
26. „ „ Melampsora Helioscopiae.
27. „ „ Coleosporium Euphrasiae.
28. „ „ Chrysomyxa Rhododendri.

Es wurde Alles nach ca. 600facher Vergrösserung gezeichnet.

---

2. Ordnung. Auriculariaceen.

§ 171. Die Auriculariaceen wurden von jeher zu den Basidiomyceten gestellt, während die Rostpilze ihrer Nebenfruchtformen (dreierlei Chlamydosporen) wegen bald in die Nähe der Basidiomyceten, bald zu den Ascomyceten gestellt wurden. Neuerdings hat nun v. Lagerheim eine saprophytische Auriculariaceengattung, Campylobasidium, entdeckt, welche wie die Rostpilze eine Art Teleutosporen, also Chlamydosporen hat, aus denen bei der Keimung die quergetheilten Basidien entstehen, umgekehrt eine dem ganzen Vorkommen und äusseren Ansehen nach zu den Rostpilzen gehörige Gattung Chrysobasidium (auf Mühlenbeckia schmarotzend) ohne Teleutosporen mit direkt am Mycel gebildeten und von Paraphysen umgebenen Basidien („Promycelien").

Auricularia mit knorpelig gallertigen, ohr- oder muschelförmigen Fruchtkörpern und reichlicher Conidienbildung, Tachaphantium ohne die letztere.

Auricularia sambucina Mart. an alten Hollunderstämmen

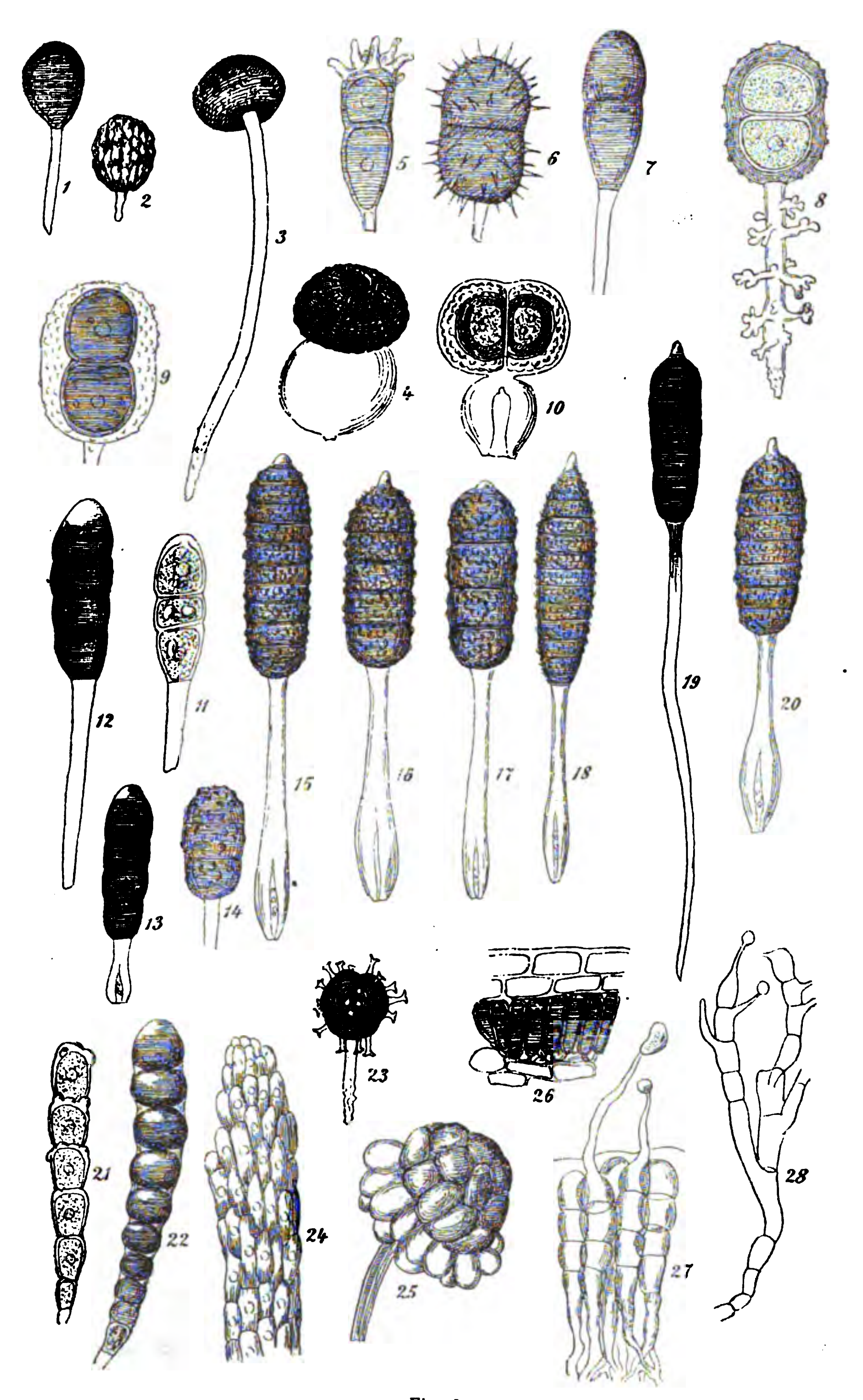


Fig. 9.

bildet 5—8 cm breite, aderig gefaltete, ohrförmige, dunkelbraune bis schwärzliche durchscheinende Fruchtkörper, die früher als Fungus Sambuci officinell waren (gegen Hals- und Augenentzündungen). Wird ebenso wie die folgenden Arten gegessen.

Au. mesenterica (Dicks.) Bull. an Stümpfen von Weiden, Eichen, Birken.

Hirneola auricula canis (Fr.), das Hundsohr (Dottehoor), in Aethiopien, H. polytricha Mont. auf Neuseeland, wird als Handelsartikel nach China ausgeführt.

Tachaphantium Tiliae Bref. kommt an Lindenästen vor.

3. Ordnung. Ecchyneen (Pilacreen Bref.).

§ 172. Kleine bovistähnliche Pilze, welche aber wie die vorigen quergetheilte Basidien und haplariaähnliche Conidien bilden. Sie bilden die Vorläufer der Gasteromyceten (Boviste etc.)

Ecchyna Petersii (Fr.) Const. (Pilacre Petersii) an Buchenrinde.

4. Ordnung. Tremellineen. Zitterpilze.

§ 173. Dieselben unterscheiden sich von den Auricularineen durch vertikal getheilte (meist viertheilige) Basidien. Nach Brefeld sind nach der Conidienform zu unterscheiden

Exidia: Conidien hakenförmig gebogen (Ex. albida etc.)
Tremella: Conidien rundlich (Tr. mesenterica, Tr. lutescens).
Ditangium Karst. (Craterocolla Bref.). Conidien an besonderen Conidienfruchtkörpern (D. [Cr.] Cerasi).
Sebacina mit eigenthümlichen schimmelähnlichen Conidienträgern auf dem Hymenium (Sebacina incrustans [Pers.] Tul.).
Gyrocephalum Pers. (Gyrocephalus Bref.) (G. rufum=Guepinia helvelloides).

Die Fruchtkörper sind gallertig knorpelig, die Basidien kuglig oder elliptisch, vor der Sporenbildung durch zweimalige vertikale Theilung in 4 gleich hoch gelegene Zellen zerfallend, deren jede in ein Sterigma mit einzelliger Spore auswächst. Die meisten Arten finden sich an Zweigen und Holz und schrumpfen bei trockenem Wetter zu einer unscheinbaren Masse ein, die durch Anfeuchten wieder auf die ursprüngliche Grösse und Form gebracht werden kann. Hierher gehört auch ein Pilz (an alten Coniferenstümpfen), dessen halbkreisförmig abstehender oder seitenstieliger Hut das Hy-

menium auf der Hutunterseite auf stachelartigen Zapfen trägt und dadurch völlig einem Hydnum gleicht: Tremellodon gelatinosus (Scop). Von Hydnum weicht der Pilz aber nicht allein durch die vertikal viertheiligen Basidien, sondern auch durch den gallertartigen, milchweiss oder fast krystallhell durchscheinenden Fruchtkörper ab.

B. Autobasidiomyceten.

1. Ordnung: Gasteromyceten (Bauchpilze).

§ 174. Fruchtkörper bis über die Sporenreife hinaus geschlossen, häufig mit haarartigen Fäden (Capillitium) zwischen den Sporen.

Fruchtkörper mit Capillitium: Lycoperdaceen (Boviste).

Fruchtkörper ohne Capillitium, bei der Reife erhärtend:
Fruchtkörper rundlich: Sclerodermaceen (Hartboviste).
Fruchtkörper becherförmig: Nidulariaceen (Becherpilze) (z. B. Cyathus Crucibalum, Nidularia farcta).

Fruchtkörper fleischig, nicht erhärtend und nicht aufspringend, zuletzt faulend, rundlich knollenförmig, stiellos, ohne Capillitium, meist unterirdisch: Hymenogastreen.

Fruchtkörper fleischig, bis zur Reife kuglig oder eiförmig, von einer fleischigen Haut umgeben. Hymenium auf fleischigem Fruchtträger, der bei der Reife die Hülle durchbricht und hervortritt, so dass der Sporenträger (die Gleba) frei an der Oberfläche liegt: Phalloideen.

Die Hypogaeen.

§ 175. Die Ascomycetenfamilie der Trüffeln (Tuberaceae) mit unterirdischen knollenförmigen Fruchtkörpern und die den Basidiomyceten zugehörigen Hymenogastreen stimmen in ihren Lebensbedingungen, ihrer äusseren Gestalt und ihrem Nutzwerth für den Menschen derart überein, dass sie gemeinhin als Hypogaeen zusammengefasst werden und auch hier als solche gemeinsame Behandlung erfahren sollen. Die Mycelien wohl der meisten Arten sind bei der Mykorrhizabildung namentlich der Cupuliferen und Coniferen nicht unwesentlich betheiligt, ohne dass sie jedoch als strenge Parasiten betrachtet werden könnten. Keimversuche und Infectionsversuche sind bisher nicht gelungen. In den Fruchtkörpern der Hypogaeen traf Hesse zahlreiche Schwärmer- und Amöbenzustände, die er anfänglich glaubte in den Entwicklungskreis derselben ziehen zu müssen.

A. Hymenogastreen (Basidiomyceten).

§ 176. Gautieria. Fruchtkörper rundlich, ohne Peridie, daher die Kammern der Gleba nach aussen offen. Sporen elliptisch, der Länge nach gestreift und gefurcht.

Hymenogaster. Mit Peridie, die nicht oder schwer von der Gleba trennbar ist. Sporen ei-, spindel- oder citronenförmig, häufig mit einem Spitzchen.

Hydnangium. Fruchtkörper mit fleischiger, ziemlich dicker, schwer oder nicht trennbarer Peridie, Gleba ohne steriles Basilarpolster, gelatinös elastisch. Kammerwände nicht spaltbar. Sporen keglig oder breit elliptisch, stachelig, farblos oder blass.

Octaviania. Peridie nicht schwer trennbar. Gleba mit sterilem Basilarpolster, ihre Kammern nach dem Centrum grösser, Kammerwände spaltbar, Sporen kugelig, dunkel, stachelig.

Hysterangium. Peridie zäh, wergartig (mit Mycel überzogen), leicht ablösbar. Gleba zäh, knorpelig-elastisch; ihre Kammern anfangs leer, Sporen glatt, blass gefärbt.

Rhizopogon. Fruchtkörper mit nicht ablösbarer Peridie, netzförmig von Mycelsträngen bedeckt. Mit vielen kleinen, unregelmässigen, anfänglich leeren Kammern. Gleba später zerfliessend. Sporen länglich elliptisch, glatt, farblos.

Melanogaster. Peridie dick, wergartig, von der Gleba nicht trennbar. Glebakammer von Anfang an von der fertilen Hyphenmasse erfüllt, die später zerfliesst. Sporen eiförmig oder elliptisch, glatt, gefärbt.

Leucogaster. Fruchtkörper ähnlich wie bei Melanogaster, aber mit kugligen Sporen. Mit starker Entwicklung der Mycelialhyphen.

Sclerogaster. Mit Octaviania verwandt durch das anfangs brüchige, weisse Fruchtfleisch und durch die flockige bis wollige Peridie der jungen Fruchtkörper; aber durch das Mycel, die kleinwarzigen, ockergelben (kugligen) Sporen und das Hymenium verschieden; letzteres aus palissadenartig nebeneinander und senkrecht auf die Trama gestellten, nicht septirten, meist siebensporigen Basidien, nicht septirten Paraphysen und dickkeuligen Cysten bestehend.

Von Hymenogastreen sind von besonderer Güte als Nahrungsmittel und den Sommertrüffeln etwa an Wohlgeschmack gleichend Octaviania asterosperma Vitt. und O. lanigera Hesse, gut auch

O. mutabilis, O. brunnea, O. laevis, O. tuberculata, O. lutea; Leucogaster liosporus Hesse, L. floccosus Hesse; Melanogaster variegatus Tul., M. ambiguus Tul., M. odoratissimus Tul., M. tuberiformis Cord., M. rubescens Tul.

B. Ascustragende Hypogaeen, Tuberaceen.

§ 177. Tuber. Fruchtkörper fleischig-saftig, solid, im Innern durch dunkelfarbige Adern marmorirt, mit warziger oder glatter Peridie. Asci rund oder eirund, mit 1—8 (meist 4) stacheligen oder netzförmig gezeichneten farbigen Sporen.

Choiromyces. Peridie glatt, kahl, blassbraun. Das Innere fleischig, weiss, reif zäh, mit einerlei feinen, dunkleren Adern des Hymeniums, in dem die langgestielten, länglich-eiförmigen Asci in einer Reihe stehen und welche farblose, inselartige Flecke umschliessen. Sporen zu 8, warzig, gefärbt.

Terfezia. Aehnlich der vorigen Gattung, aber das fleischige Innere der Fruchtkörper durch weissliche Adern in saftig-weiche, rundliche Inseln getheilt, in denen die kugligen oder elliptischen Asci mit stacheligen, blassen Sporen ordnungslos liegen.

Diesen drei Gattungen gehören die gebräuchlichsten Trüffeln an, nämlich: die wohlschmeckendsten Arten Tuber melanosporum (Périgordtrüffel), T. magnatum, Choiromyces maeandriformis (deutsche weisse Trüffel), Terfezia Leonis (afrikanische Trüffel); ferner die gleichfalls geschätzten Arten Tuber aestivum (Sommertrüffel), T. brumale und T. mesentericum und von etwas geringerem Werthe Tuber macrosporum, T. puberulum. T. Borchii wird zwar in der Lombardei noch gegessen, steht aber in geringem Werth; andere Arten, wie Tuber excavatum (von grosser Härte), T. rufum etc., sind unbrauchbar.

Tuber melanosporum Vitt., die Périgordtrüffel oder französiche Trüffel, bildet rundlich-eckige, nuss- bis faustgrosse, röthlich-schwarze Knollen, die mit Warzen und röthlichen Flecken bedeckt sind. Das Innere ist röthlich oder violett schwarz, von weissen, zuletzt röthlichen Adern durchzogen. Asci rundlich-oval mit stacheligen, ellipsoidischen, braunschwarzen Sporen. Geruch stark gewürzhaft. In Südfrankreich und Italien häufig, in Süddeutschland (Baden, Elsass) selten. Sie ist die theuerste Trüffel. Die ähnliche (im Elsass, Frankreich und Italien heimische) Wintertrüffel, T. brumale Vitt., unterscheidet sich durch schwarze, kuglige Fruchtkörper, die innen grau-schwarz-weiss marmorirt sind. Ihre Asci

sind vier- bis sechssporig, die Sporen länglich, ellipsoidisch, aschgrau. Der Geruch ist weniger aromatisch.

Tuber aestivum Vitt., die Sommertrüffel, besitzt unregelmässig kuglige, schwarzbraune Fruchtkörper mit sehr grossen pyramidalen Warzen, weisslichem, durch kurzgewundene bräunliche und weissliche Adern marmorirtem Fleische und hellbraunen, kuglig-elliptischen Sporen, deren Epispor mit netzförmig verbundenen, grosse Maschen einschliessenden Leisten besetzt ist. Nach Ascherson riecht die Sommertrüffel ähnlich wie Sauerteig oder wie frisch geröstete Maiskolben. Reife in südlichen Ländern im Sommer und Spätsommer, in Deutschland (z. B. Thüringen) im Oktober. Es ist die eigentliche Deutsche Trüffel, die in Baden, Rheingau, Hessen (Wilhelmshöhe bei Kassel), in Thüringen, Hannover, an der Weichsel etc. vorkommt und nördlicher geht als die übrigen Arten.

T. mesentericum, die Gekrösetrüffel, hat netzförmiges Epispor der Sporen und auch sonst grosse Aehnlichkeit mit der vorigen, ist aber schwarz und das dunkler braune Fleisch ist durch viele eng gewundene weisse Adern und feine schwarze Linien marmorirt, an der Basis oft gehöhlt, meist nicht grösser als eine Wallnuss. Wegen ihres Moschusgeruches wird diese Trüffel in Frankreich und Italien wenig geachtet und es werden z. B. in Como selbst gute Trüffeln, die mit ihr in Berührung gekommen und von ihr den Moschusgeruch angenommen haben, weniger gut bezahlt. Dagegen wird dieselbe in Preussen, Böhmen, Mähren sehr gern gegessen.

T. macrosporum Vitt. mit sehr kleinwarzigen, röthlich schwarzen und rostfleckigen Fruchtkörpern von zwiebelartig aromatischem Geruch, hat ein- bis dreisporige Schläuche mit grossen elliptischen, dunkelbraunen, netzleistigen Sporen. Sie findet sich im Herzogthum Anhalt, in Italien, England.

Die nicht geniessbaren Arten T. excavatum Vitt. (ockerbraun, innen gelblich, holzhart) und T. rufum Pico (dunkelbraun, innen rothbraun, mit weissen und dunklen Adern) haben nicht, wie die vorstehenden Arten, fleischige Peridie und saftig bleibendes Inneres, sondern die Peridie ist lederartig, von dem saftlosen Inneren abgegrenzt, während T. Borchii Vitt. (Konitz in Westpreussen etc.) mit der wohlschmeckenden, bisher nur aus Italien und Frankreich bekannten Magnatentrüffel, Tuber magnatum Tico, völlig glatte, anfangs weisse, später braune Peridie gemeint hat.

Choiromyces maeandriformis Vitt., die deutsche weisse

Trüffel. Fruchtkörper einer Kartoffel ähnlich, bis über faustgross, glatt, kahl, weissgelb bis blassbraun, innen fleischig, weiss, mehlig, dann marmorirt durch gelbliche, stark gewundene Adern, endlich blass oder gelblichbraun. Asci achtsporig, Sporen kuglig, warzig gefärbt. In der Umgebung des Klosters Sergievsky in Russland wurde diese Trüffel früher mit Bären, und sie wird jetzt mit Hunden gesammelt und nach Moskau zum Verkauf gebracht. Man erntet dort bisweilen 1—4 1/2 kg schwere Knollen, besonders in Birkenwäldern, und geniesst sie mit Butter gekocht oder mit saurem Rahm. In lockerer Heideerde ganz oder halb bedeckt.

Terfezia leonis Tul., die afrikanische Trüffel, ist kuglig, bis faustgross, hellbraun, innen weiss, wird seit den ältesten Zeiten in Nordafrika gegessen, wo sie bei den Landleuten Terfaz, bei den Aerzten Camha oder Thama genannt wird. Die Römer erhielten sie aus Cyrene. Plinius sagt von den Trüffeln: „Am höchsten werden die afrikanischen geschätzt. Wie sie entstehen, und ob sie Leben haben, weiss man nicht, wohl aber, dass sie zuletzt verfaulen. Dem gewesenen Prätor Lartius Licinius, welcher zu Karthago in Spanien die Rechtspflege verwaltete, ist es, wie ich weiss, vor wenig Jahren begegnet, dass er auf einen Denar, der in eine Trüffel eingewachsen war, so biss, dass sich seine Vorderzähne schief bogen, woraus man auf die Art und Weise, wie die Erde sich zu Trüffeln ballt, schliessen kann. Als sicher kann man es jedenfalls ansehen, dass sie entstehen, aber auch als sicher, dass man sie nicht anpflanzen kann. Den Trüffeln ähnlich ist das „Misy“ in der Provinz Cyrenaika; es zeichnet sich durch lieblichen Geruch und Geschmack aus, ist aber fleischiger; auch ist ihnen in Thracien das Iton und in Griechenland das Geranion ähnlich.“ In Algerien soll diese Trüffel im Schatten von Helianthemum halmifolium wachsen. Auch auf der Canarischen Insel Fuerta venture soll Helianthemum canariense ein sicheres Zeichen für Trüffeln sein. Die in Damaskus etc. zu Markte kommenden syrischen Trüffeln Terfezia Claveryi etc. stammen aus Gegenden, wo Holz rar ist und nur Weidekräuter vorkommen und wo die Nomaden Helianthemum salicifolium als Erkennungszeichen für Trüffeln haben.

Nach den Untersuchungen von Chatin über die „Terfaz“ Afrikas und die „Kamés“ Asiens ist die eigentliche Terfezia leonis Tul. in Afrika verhältnissmässig selten, dagegen in Asien und Smyrna sehr verbreitet und bildet da einen wichtigen Handelsartikel zu dem mässigen Preis von 20—30 Cent. für das Kilogramm. Dagegen ist

Terfezia Boudieri Chat. eine der gemeinsten Arten Algiers, T. Boudieri var. Arabica findet sich bei Damas. T. Claveryi Chat. bei Damas und im Süden Algiers. T. Hafizi Chat. ist die gemeinste der Kamés von Bagdad und T. Metaxasi Chat. findet sich gleichfalls um Bagdad. Die kleinen, nicht benutzten Terfeziaarten, T. berberiodora, T. leptosperma, T. albiensis und T. oligosperma finden sich im Süden Frankreichs, T. castanea Omlet in der Franche-Comté.

Die Terfaz oder Kamés sind im südlichen Europa kaum vertreten, wesentlich vielmehr Bürger Afrikas und Asiens, wo das Verbreitungsgebiet einiger Arten ausserordentlich gross ist (40 bis 25. Breiten- und 12. bis 15. Längengrad); sie unterscheiden sich von den Trüffeln auch in chemischer Hinsicht, besonders durch den geringeren Phosphor- und Stickstoffgehalt, und sie verlangen ein warmes Klima. Als Nahrungsmittel kommt ihnen die grösste Bedeutung zu. Für den Araber sind sie das, was für den irischen Landbewohner die Kartoffel ist, während die Trüffeln im Gegensatz zu den Terfaz nur ein Nahrungsmittel des Luxus sind. Die Terfaz oder Kamés werden in den Productionsländern selbst verzehrt und bilden nur in untergeordneter Weise einen Handelsartikel, indem sie die Araber der Wüste nach den grossen Verkehrsmittelpunkten Nordafrikas und Westasiens bringen. (Bezüglich der Beschreibungen der Terfaz und Kamés werweisen wir auf Chatin, Compt. rend. T. CXIII.)

Von geringerem Werth für den Menschen sind die Arten der übrigen Tuberaceengattungen Delastria, Genabea, Stephensia, Genea, Balsamia, Hydnobolites, Pachyphloeus, Hydnotria, Cryptica und die Hirschtrüffeln Cenococcum, Endogoe Elaphomyces, von denen einige der letzteren Gattung überall im Waldboden häufig zu finden sind und wegen ihrer Symbiose mit den Waldbäumen (vgl. Mykorrhiza) unser Interesse beanspruchen.

Art des Vorkommens der Hypogaeen und Hypogaeensuche.

§ 178. Wenn bis vor Kurzem nur wenige Hypogaeen aus Deutschland bekannt waren (vgl. noch die neueste Rabenhorst'sche Kryptogamenflora), so liegt dies daran, dass man bisher nicht in der rechten Weise gesucht hat. Mit Ausnahme weniger Tuber- und Elaphomycesarten (unter 10 cm), liegen die Hypogaeen im Allgemeinen nur 2—10 cm tief, viele Hymenogastreen finden sich noch in geringerer Tiefe als 2 cm. Rud. Hesse, der glücklichste Hy-

pogaeenforscher Deutschlands, dessen Werk „Die Hypogaeen Deutschlands, Halle 1890—1892“ wir mehrfach zu Grunde gelegt haben, benützt zur Trüffelsuche ein stark gebogenes Gartenmesser (sogen. Hippe), mit dem er die oberste Laubdecke des Waldes ansticht und aufhebt, ein Verfahren, das wir selbst als sehr praktisch befunden haben. Als Orte, an denen Trüffeln vorkommen, sind in erster Linie die wiederholt durchforsteten, mässig geschlossenen Eichen- und Buchenwälder und gemischten Bestände beider Holzarten, sowie weitständige Kiefernwälder mit starkem Lichteinfall zu bezeichnen. Besonders sind es hier die die Lisièren bildenden Bäume, an deren Wurzeln die Hypogaeen sich finden. Die Anwesenheit von Feuchtigkeit, etwas gehinderter Luftzutritt sind für ihre Entwicklung besonders wichtig. Zu üppiger Pflanzenwuchs am Waldboden ist ungünstig, vielmehr ist da, wo eine leidliche Humus- oder Dejectaschicht vorhanden, am ehesten auf Ausbeute zu rechnen. Als Bodenunterlage ist für die ächten Speisetrüffeln Kalkboden (Muschelkalk) am günstigsten, wie überhaupt die Hypogaeen am besten auf kalk- oder sandhaltigen Böden zu gedeihen scheinen. Meist finden sich gesellig mehrere Hypogaeenarten neben einander vor. So fand z. B. Hesse im August 1881 in einem auf Buntsandstein stehenden, nahe der Station Altmorschen der Kassel-Bebraer-Eisenbahn, in einem engen Thal gelegenen Buchenhochwald innerhalb der feuchten Humus- und Dejectaschicht einer kaum 0,5 a grossen Bodenfläche folgende Hypogaeenspecies in durchschnittlich sehr zahlreich und stattlich entwickelten Exemplaren ihrer Fruchtkörper: Hysterangium clathroides, H. rubricatum, Octaviania asterosperma, O. lutea, O. brunnea, O. lanigera, Leucogaster liosporus, Melanogaster vulgaris, Tuber puberulum, Elaphomyces variegatus. Im September 1882 fand derselbe in einem noch jungen, auf Porphyrgeröll im Gebiet des Rothliegenden stehenden, einen steilen Hang bedeckenden Buchenwald des Marienthales bei Eisenach in der Humusschicht auf einer ca. 0,4 a grossen Fläche in nicht unbeträchtlicher Anzahl Fruchtkörper von Genea sphaerica, Cryptica lutea, Hydnobolites cerebriformis, Hymenogaster populetorum, Tuber puberulum; im September 1888 auf einer ca. 0,8 a grossen Fläche eines Buchenwaldes auf Muschelkalk bei Kassel: Tuber aestivum, T. rufum, T. nitidum, T. ferrugineum, Genea verrucosa, Pachyphloeus citrinus, Hydnobolites cerebriformis, Hymenogaster citrinus und Hysterangium calcareum. Im August 1885 fand Hesse bei Marburg auf einer 0,9 a grossen Bodenfläche unter alten Buchen und

jungen Eichen auf Buntsandstein zahlreiche Fruchtkörper von Hymenogaster tener, H. vulgaris, H. luteus, H. griseus, H. calosporus, H. lilacinus, Melanogaster ambiguus, Tuber puberulum, T. dryophilum, T. rapaeodorum, Hydnotria Tulasnei, Genea hispidula, Hydnobolites cerebriformis, Cryptica lutea, Pachyphloeus melanoxanthus, Elaphomyces variegatus.

Hat man einige Zeit lang Hypogaeen aufgesucht, so erhält man bald ein Auge für die geeigneten Standortsverhältnisse (wie das ja auch bezüglich anderer seltener Pflanzen jedem Spezialforscher bekannt ist), und hat besondere Anzeichen für das Vorkommen der Hypogaeen nicht nöthig. Immerhin sind einige solcher Sonderkennzeichen beachtenswerth. So treiben die schwarzen Pilzkeulen des Cordyceps capitatus und C. ophioglossoides, welche auf den Elaphomyceten schmarotzen, über den Waldboden empor und verrathen das Vorkommen der letzteren. Octaviania asterosperma (und O. mutabilis) werden häufig von einem Hypomyces heimgesucht, der durch seine eigelben Conidien zum Verräther besonders älterer, ohne Parasiten sonst unscheinbar schwarzbraun gefärbter Fruchtkörper wird.

Zuweilen wird die Anwesenheit von Tuberaceen durch kleine, grauschwarz gefärbte Fliegen (Helomyza gigantea, H. pallida, H. ustulata) angezeigt, die im Sonnenschein über der Lagerstätte, besonders in den Morgenstunden der Frühlings- und Herbsttage, schwärmen. Rud. Hesse wurde z. B. auf Fruchtkörper von Tuber aestivum im April 1890 in einem Buchenwald bei Kassel durch diese Insekten geführt, die in zahlreichen Exemplaren etwa in einer Höhe von $^3/_4$ m über dem Waldboden schwärmten. Auch in Frankreich spielt bei dem Aufsuchen der Trüffelorte die Trüffelfliege eine wichtige Rolle. Der geübte Trüffeljäger erkennt vielfach die Stellen, wo Trüffeln liegen, an kleinen Rissen am Boden, die die nicht allzutief liegenden Fruchtkörper verursachen, und benutzen diese Anzeichen besonders; die Trüffelsucher in Poiteau nennen dies die Jagd à la marque. Ausser den Fliegen finden sich Käfer der Gattung Anisotoma (A. cinnamomea Pz.), die ihre Brutstätten in den Trüffeln haben, zuweilen an den Trüffelplätzen. Auch Schwarzwild, Dachse, Mäuse, Eichhörnchen gehen den Trüffeln nach.

Geographische Verbreitung der Hypogaeen in Deutschland (nach Hesse).

Sowohl in Nord-, als Mittel- und Süddeutschland sind Hypogaeen im Allgemeinen häufig, wenn auch keineswegs so häufig als

in Frankreich und in den südlichen, am Mittelmeer gelegenen Gegenden, ihrer eigentlichen Heimath. Die gemeinsten Arten sind Elaphomyces granulatus Fr. (besonders unter Kiefern) und E. variegatus Vitt. (besonders unter Buchen). Nächst ihnen sind die nicht streng hypogäen Hymenogastreen Rhizopogon rubescens Tul. und Rh. luteolus Tul. am verbreitetsten in Kiefernwäldern.

Häufig treten auch die Hymenogastreen Melanogaster variegatus und ambiguus Tul., Octaviana asterosperma Vitt. und Octaviana lutea Hesse, Hysterangium clathroides Vitt. und H. rubricatum Hesse in Deutschland, besonders in Mitteldeutschland auf. Von Tuberaceen kommen besonders Tuber aestivum Vitt., T. excavatum Vitt., T. puberulum Berk. et Broome, T. rapaeodorum Tul., Hydnobolites cerebriformis Tul. und Choiromyces maeandriformis Vitt. in Deutschland noch ziemlich verbreitet vor. Von besonderem Interesse ist die Sommertrüffel T. aestivum in Deutschland, deren südlichstes Vorkommen in Deutschland das im Elsass (im Hartwald, den Buchen- und Eichenwaldungen der Rheinebene bei Blodelsheim, Lipsheim, Limersheim, Germersheim, Hindisheim ist) und in Baden (um Rastatt, Ottersdorf, Wintersdorf, Iffizheim). In der Provinz Hessen-Nassau findet sie sich auf Muschelkalk in den Buchen- und Eichenwaldungen um Kassel, im Regierungsbezirk Wiesbaden in den Oberförstereien Dillenburg und Oberscheld. Ebenso häufig und verbreitet ist sie in den Fürstenthümern Schwarzburg-Rudolstadt (Straussberger Forst) und Schwarzburg-Sondershausen (im Bebraer und Arnstädter Forst). Auch in der Oberförsterei Erfurt (Willrode) und wahrscheinlich auch bei Volkenrode im Herzogthum Gotha findet sie sich. Im Herzogthum Anhalt und in der Provinz Sachsen kommt sie vor um Bernburg, München-Nienburg, Neu-Gatersleben, Lödderitz. Am häufigsten findet sich die Sommertrüffel in der Provinz Hannover, besonders um Hildesheim. Wahrscheinlich kommt sie auch in Schlesien vor (Ohlau, Tillowitz, Falkenberg). Am häufigsten nächst der Sommertrüffel ist die fast immer mit ihr vorkommende „Holztrüffel“, Tuber excavatum und die kleine Trüffel Tuber puberulum Berk. et Broome, welche namentlich in den Buchen- und Eichenwäldern der Provinz Hessen-Nassau und des Grossherzogthums Sachsen-Weimar-Eisenach (um Eisenach) verbreitet ist. Auch Tuber rapaeodorum Tul. findet sich an den gleichen Orten und im Grossherzogthum Baden. Hydnobolites cerebriformis Tul. tritt häufig in Gesellschaft der beiden letztgenannten Tuberarten auf. Seltener ist Chaeromyces maeandri-

formis Vitt., die häufig in Böhmen auftritt und mit Tuber Borchii Vitt. am weitesten nach Norden geht, in Ostpreussen zerstreut, in Hessen-Nassau nicht selten, in Oberschlesien ziemlich gemein auftritt. Die edelste der Trüffeln, die in Italien, besonders aber in Frankreich im Périgord, in der Provence, dem Poitou, der Dauphinée etc. ungemein häufig auftretende und einen sehr wichtigen Handelsartikel vorstellende Périgordtrüffel, Tuber melanosporum Vitt., ist bisher nur im Elsass und in Baden gefunden worden. Etwas häufiger treten T. mesentericum Vitt. und T. rufum Pico in Deutschland auf, P. rufum Pico im Elsass, in der Provinz Hannover, dem Herzogthum Anhalt, im Schwarzburgischen, Hessen-Nassau, P. mesentericum im Elsass, Hannover, in Westpreussen (Weichselniederung). Von Tuberaceen finden sich Hydnotria Tulasnei Berk. et Br., Pachyphloeus melanoxanthus Tul., Genea hispidula Berk., Genea verrucosa Vitt., von Hymenogastreen Gautieria graveolens Vitt. in Hessen-Nassau, Hydnotria Tulasnei noch in Westpreussen, Pachyphloeus melanoxanthus um Eisenach, Genea hispidula im Grossherzogthum Baden, G. verrucosa Vitt. in der Provinz Hannover, Gautieria graveolens Vitt. in den Provinzen Westpreussen, Brandenburg und Sachsen. — Nur für die Provinz Hessen-Nassau ist bisher das Vorkommen bekannt von Leucogaster liosporus und L. floccosus Hesse, Melanogaster odoratissimus Vitt., Hysterangium nephriticum Berk., H. Thwaitesii Berk. et Broome, H. pompholyx Tul., H. membranaceum Vitt., H. fragile Vitt., H. stoloniferum Tul., H. coriaceum Hesse, H. calcareum Hesse, Octaviania lanigera Hesse, O. lutea Hesse, O. compacta Tul., Hymenogaster olivaceus Vitt., H. calosporus Tul., H. griseus Vitt., H. pallidus Berk. et Broome, H. lilacinus Tul., H. populetorum Tul., H. luteus Vitt., H. Bulliardi Vitt., H. Thwaitesii Berk. et Broome, H. niveus Vitt., H. tener Berk., H. arenarius Tul., H. pusillus Berk. et Br., H. tomentellus Hesse, H. cinereus Hesse, H. sulcatus Hesse, H. disciformis Berk. et Broome, H. pruinatus Hesse, H. gilvus Hesse, H. reniformis Hesse, H. limosus Hesse, H. pilosiusculus Hesse, H. cereus Hesse, Tuber ferrugineum Vitt., T. nitidum Vitt., T. dryophilum Tul., T. maculatum Vitt., T. exiguum Hesse, T. de Baryanum Hesse, T. murinum Hesse, T. scruposum Hesse, T. rutilum Hesse, Balsamia vulgaris Vitt., B. fragiformis Tul., B. platyspora Berk., Hydnobolites Tulasnei Hesse, Pachyphloeus citrinus Berk. et Br., Elaphomyces mutabilis Vitt., E. papillatus Vitt., E. hassiacus Hesse, E. plicatus Hesse. Nur für das

Elsass ist das Vorkommen von Tuber brumale Vitt., nur für das Herzogthum Anhalt das von Tuber macrosporum Vitt., nur für Westpreussen das von Tuber Borchii Vitt. und Hydnangium liospermum Tul., nur für die Provinz Sachsen das von Melanogaster tuberiformis Corda und M. rubescens Tul., nur für Sachsen-Koburg-Gotha und die Provinz Hessen-Nassau das von Hymenogaster citrinus Vitt., für Sachsen-Weimar-Eisenach und Hessen-Nassau das von Cryptica lutea Hesse, für Schlesien und Hessen-Nassau das von Hydnotria carnea Cord., für die Provinz Sachsen und Brandenburg das von Gautieria morchellaeformis bekannt. — Es steht nach den reichen Funden von Hesse in der Provinz seines Wohnortes, Hessen-Nassau, zu erwarten, dass ein gründlicheres Absuchen der Waldflächen Deutschlands eine sehr viel weitere Verbreitung und grössere Häufigkeit der Hypogaeen zu Tage fördern wird. Vor 20 Jahren glaubte man, dass mit Ausnahme der Hirschtrüffeln und einiger durch Hunde und Schweine aufgespürten Trüffeln Hypogaeen in Deutschland nicht oder doch sehr selten vorkämen. Erst Irmisch (1873), Bail (1879), Göppert, Schröter und Rud. Hesse haben die weite Verbreitung der Hypogaeen im Waldboden Deutschlands dargethan.

Nur von den fünf Tuberaceengattungen Terfezia, Picoa, Genabea, Delastria und Stephensia sind in Deutschland keine Repräsentanten bekannt. Im Ganzen sind etwa 40 Hypogaeenarten bisher in Deutschland noch nicht gefunden worden, während etwa 30 Arten nur in Deutschland gefunden wurden.

§ 179. Die folgende von Hesse (Die Hypogaeen Deutschlands, S. 25 ff.) zusammengestellte Tabelle der wichtigsten Hypogaeen giebt die geographische Verbreitung im In- und Ausland, Pflanzenwuchs des Fundorts, Bodenunterlage, beste Zeit des Sammelns (Monate durch römische Zahlen bezeichnet) und den Gebrauchswerth im menschlichen Haushalt an (gering 4, gut 3, sehr gut 2, vorzüglich 1).

A. Hymenogastreen.

Hysterangium chlathroides Vitt., Deutschland, Schweiz, Frankreich, Afrika. Unter Buchen, Korkeichen, Cistrosen. Besonders in sandreichem Boden gemein. VIII.—IX. 4.

H. rubricatum Hesse, Deutschland. Unter Buchen und Eichen auf

Buntsandstein und Kalk gemein in Hessen-Nassau. VIII. bis IX. 4.

H. nephriticum Berk., Hessen-Nassau, England. Buchen. Muschelkalk und Thonböden, selten. VII.—IX. 4.

H. Thwaitesii Berk. et Br., Hessen-Nassau, England. Buchen. Muschelkalk und Thonböden, selten. VIII.—IX. 4.

H. membranaceum Vitt., Hessen-Nassau, Italien. Buchen, Eichen. Buntsandstein, Muschelkalk, Thonböden, ziemlich selten. VIII. bis IX. 4.

H. pompholyx Vitt., Hessen-Nassau, Frankreich. Buchen und Kastanien. Sand- und Muschelkalkböden, selten. VIII. bis IX. 4.

H. fragile Vitt., Hessen-Nassau, Italien. Eichen. Muschelkalk und thonige Böden, selten. VIII.—IX. 4.

H. stoloniferum Tul., Hessen-Nassau, Italien. Eichen, Buchen. Muschelkalk- und thonige Böden, ziemlich selten. VIII. bis X. 4.

H. coriaceum Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Haseln. Buntsandsteinboden, ziemlich selten. X.—XI. 4.

H. calcareum Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Haseln. Kalkböden, ziemlich häufig. VII.—VIII. 4.

Gautieria graveolens Vitt., Prov. Brandenburg, Sachsen, Hessen-Nassau, Italien. Eichen, Buchen, Tannen, Fichten. Buntsandstein-, kalkhaltige Sand- und Basaltböden.

Gautieria morchellaeformis Vitt., Prov. Sachsen, Brandenburg, Italien. Eichen. Humusr. Sandböden, selten. VIII.—IX. 4.

Rhizopogon rubescens Tul., Baden, Hessen-Nassau, Schlesien, Brandenburg, Westpreussen, Italien, Frankreich, England, Oesterreich. Kiefern, Fichten, Tannen, Eichen. Sandboden und Heideland, gemein. VIII.—X. 4.

Rh. luteolus Tul., Deutschland, Frankreich, Schweden. Kiefern, Fichten, Korkeichen. Sandböden und Heideland, gemein. X.—XI. 4.

Rh. provincialis Tul., Prov. Sachsen, Frankreich. Kiefern, Steineichen, Korkeichen. Sandböden und Heideland. In der Altmark, gemein. X.—XI. 4.

Rh. virens Fr., Hessen-Nassau, Schlesien, Amerika. Kiefern. Sand- und Heideland, selten. X. 4.

Rh. graveolens Tul., Italien. Nadelholz. Sandböden. 4.

Rh. Webbii Cord., Canarische Inseln. Nadelholz. Sandböden. 4.

Melanogaster variegatus Tul., Deutschland, Italien, Frankreich. Buchen, Eichen, Kiefern. Humusreiche Sand-, auch Kalk- und Gypsböden. Porphyrschutt, häufig. V.—IX. 3.

M. varieg. var. Broomeianus Bek., Hessen-Nassau, Frankreich, England. Buchen, Birken ziemlich, häufig. IX. 3.

M. ambiguus Tul., Deutschland, Italien, Frankreich, England. Buchen, Eichen, Kastanien. Humusreicher Sand-, auch Kalk- und Gypsboden. Porphyrschutt im Rothliegenden, häufig. VIII.—IX. 3.

M. odoratissimus Tul., Hessen-Nassau, Italien. Buchen, Eichen. Humusreiche Sandböden, selten. VIII.—IX. 3.

M. tuberiformis Cord., Prov. Sachsen, Oesterreich. Kiefern und gemischte Bestände. Humusreiche Sandböden, selten. VIII. bis IX. 3.

M. rubescens Tul., Prov. Sachsen, Italien. Buchen, Eichen. Humusreiche Sandböden, selten. VIII.—IX. 3.

M. aureus Tul., Italien. Eichen. 4.

M. durissimus Cke. in den indischen Gebirgen (Rhabarbergeruch).

Leucogaster liosporus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Buntsandsteinboden, ziemlich häufig. VIII.—IX. 3.

L. floccosus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eichen. Humusreiche Buntsandsteinböden, häufig. V., VIII.—IX. 3 (jung).

Octaviania asterosperma Vitt., Hessen-Nassau, Westpreussen, Rheingegend, Italien, Frankreich. Buchen, Eichen, Wallnuss. Humusreiche Sandböden. Gemein in Hessen-Nassau. VIII. bis IX. 2.

O. ast. var. hololeuca Hesse. Buchen. Häufig in Hessen-Nassau, VIII.—IX. 3.

O. lanigera Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Humusreicher Sandboden, selten. VIII.—IX. 2.

O. mutabilis Hesse, Hessen-Nassau. Buchen und Tannen. Humusreicher Sandboden, selten. VIII.—IX. 3.

O. brunnea Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Humusreicher Sandboden, ziemlich häufig. VIII.—IX. 3.

O. laevis Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Humusreicher Sandboden, ziemlich häufig. VIII.—IX. 3.

O. tuberculata Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Humusreicher Sandboden, sehr selten. VIII.—IX. 3.

O. lutea Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Humusreicher Sandboden, gemein. VIII.—IX. 3.

O. compacta Tul., Hessen-Nassau, Frankreich. Buchen, Tannen, Cistrosen. Muschelkalkboden und Heideerde, sehr selten. IX. bis XI. 4.

Hydnangium carneum Wallr. (häufig epigäisch), Deutschland, Italien. Buchen, in Gewächshäusern auf Blumenerde, Heideerde. sehr selten. IX.—XI. 4.

H. carotaecolor Berk., Grossherzogthum Baden, Schweiz, England. Fichten und Laubwald. Sandboden, selten. IX.—X. 4.

H. candidum Tul., Frankreich. Buchen. 4.

H. hysterangioides Tul., Italien. Steineichen. 4.

H. liospermum Tul., Westpreussen, Frankreich. Eichen. Humusreicher Sandboden, selten. IX.—X. 4.

H. Stephensii Berk., England. 4.

Hymenogaster lycoperdineus Vitt., Italien. Eichen. Thonige Böden. 4.

H. rufus Vitt., Italien. Buchen. Sand- und Kalkböden. 4.

H. Klotzschii Tul. (häufig epigäisch), Deutschland. Buchen und in Gewächshäusern auf Blumenerde, Heideerde, ziemlich häufig. IX. 4.

H. muticus Berk. et Broome, Hessen-Nassau, England. Buchen. Humusreiche Sandböden. VIII.—IX. 4.

H. luteus Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Frankreich, England. Buchen. Muschelkalk, schlammiges Terrain. VII.—VIII. 4. Ziemlich häufig in Hessen-Nassau.

H. populetorum Tul., Hessen-Nassau, Frankreich. Pappeln, Buchen. Schlammiges Terrain, selten. VIII.—X. 4.

H. lilacinus Tul., Hessen-Nassau, Frankreich. Birken und Buchen. Buntsandstein- und leichtere Böden, ziemlich häufig. IX. bis X. 4.

H. decorus Tul., Hessen-Nassau, W., Eisenach, Schlesien, Frankreich, England. Buchen und Hainbuchen. Auf gleichem Boden, aber seltener als vorige. IX. 4.

H. vulgaris Tul., Hessen-Nassau, Frankreich, England. Buchen, Eichen. Sandböden, gemein. IX.—X. 4.

H. pallidus Berk. et Broome, Hessen-Nassau, England. Kiefern, Buchen. Buntsandstein, ziemlich selten. VIII.—X. 4.

H. griseus Vitt., Hessen-Nassau, Italien. Buchen, Eichen. Sand- und Kalkboden, ziemlich häufig. VIII.—IX. 4.

H. citrinus Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Frankreich, England. Buchen, Tannen. Selten. VII.—IX. 4.

H. calosporus Tul., Hessen-Nassau, Frankreich. Birken, Buchen, Eichen. Buntsandstein, ziemlich häufig. VIII.—IX. 4.

H. olivaceus Vitt., Hessen-Nassau, Italien, England. Eichen. Humusreiche Sandböden, ziemlich häufig. VII.—VIII. 4.

H. Bulliardi Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Frankreich. Birken, Buchen. Sand- und Kalkböden, selten. VIII.—IX. 4.

H. Thwaitesii Berk. et Broome, Hessen-Nassau, England. Eichen, Buchen. Humusreiche Sandböden, sehr selten. IX.—X. 4.

H. niveus Vitt., Hessen-Nassau, Italien. Eichen. Humusreicher Sandboden, selten. VIII.—IX. 4.

H. tener Berk., Hessen-Nassau, Frankreich, England. Buchen, Eichen, Fichten. Buntsandstein, häufig. VII.—IX. 4.

H. arenarius Tul., Hessen-Nassau, Frankreich. Buchen, seltener Nadelholz. Sandböden, selten. VIII.—XI. 4.

H. pusillus Berk. et Broome, Hessen-Nassau, England. Buchen. Humusreiche Sandböden, ziemlich selten. VIII.—IX. 4.

H. tomentellus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eichen. Sandige Lehmböden, selten. IX.—X. 4.

H. cinereus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eichen. Humusreiche Sandböden, sehr selten. X.—XI. 4.

H. sulcatus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eschen. Sandige Lehmböden, selten. VIII.—X. 4.

H. disciformis Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eichen. Buntsandstein, ziemlich selten. VIII.—X. 4.

H. pruinatus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Humusreiche Sandböden, ziemlich selten. VIII.—IX. 4.

H. gilvus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eichen. Humusreiche Sandböden, ziemlich selten. VIII.—IX. 4.

H. reniformis Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Sandige Lehmböden, ziemlich selten. VIII.—X. 4.

H. limosus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eschen. Feuchte, lehmige Sandböden, selten. VIII.—IX. 4.

H. pilosiusculus Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Sandige Lehmböden, auch auf Composterde, selten. VIII.—X. 4.

H. cereus Hesse, Hessen- Nassau. Buchen, Eichen. Humusreiche Buntsandsteinböden, ziemlich selten. VIII.—IX. 4.

Sclerogaster lunatus Hesse.

B. Tuberaceen.

Tuber brumale Vitt., Elsass, Italien, Frankreich. Eichen, Buchen (und Hainbuchen). Kalkhaltige Böden. Spätherbst und Winter. Selten. 2.

T. melanosporum Vitt., Elsass, Baden, Frankreich, Italien, England. Eichenarten, Buchen, Hainbuchen, Haseln, Kastanien, Birken, Weiden, Platanen, Ulmen, Linden, Ahorn, Schwarz- und Weissdorn, Mehlbux, Pappeln, Kiefernarten, Fichten, Wachholder, Hundsrose etc. Besonders Kalkböden, selten. Spätherbst und Winter. 1.

T. mesentericum Vitt., Elsass, Hannover, Westpreussen, Italien, Frankreich. Eichen, Birken, Ulmen, Pappeln, Ahorn, Schneeball. Zäher Schlickboden, selten. Spätherbst und Winter. 2.

T. aestivum Vitt. (selten epigäisch), Deutschland, Schweiz, Oesterreich, Italien, Frankreich, England. Eichen, Buchen, Haseln, Eichen, Aspen, Wachholder, Massholder, Hainbuchen, Korkeichen, Kiefern. Besonders Kalk- und Lehmboden, häufig. VIII.—III. 2.

T. macrosporum Vitt., Herzogthum Anhalt, Italien, England. Eichen, Kastanien, Weiden, Pappeln. Thonige, schwere Böden, sehr selten. XI.–XII. 3.

T. oligosporum Vitt., Italien. Eichen. 3.

T. foetidum Vitt., Italien, Schweiz. Eichen. 4.

T. ferrugineum Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Schweiz. Buchen. Kalkreicher Boden. IX.—XI. 4.

T. rufum Pico, Deutschland, Italien, Frankreich, England, Dänemark. Buchen, Eschen, Eichen. Kalkböden. VIII.—XI. 4.

T. nitidum Vitt., Hessen-Nassau, Italien, England. Buchen, Eschen, Eichen. Kalkböden. IX.—XI. 4.

T. panniferum Tul., Frankreich. Eichen. 4.

T. Requieni Tul., Frankreich. Eichen. 4.

T. excavatum Vitt. (auch epigäisch), in Deutschland, Italien, Frankreich häufig. Eichen, Buchen, Birken. Kalkböden. VII. bis III. 4.

T. Borchii Vitt., Westpreussen, Italien, Frankreich, Schweiz. Eichen, Kiefern. Kalk- und Thonböden, sehr selten. Spätherbst und Winter. 4.

T. dryophilum Tul. (selten epigäisch). Hessen-Nassau, Frankreich, England. Eichen, Buchen, Pappeln. Buntsandstein- und Kalkböden, selten. VIII.—X. 4.

T. rapaeodorum (selten epigäisch), Baden, Hessen-Nassau, Frankreich. Eichen, Buchen, Kiefern. Buntsandstein, Composterde. VIII.—X. 4.

T. puberulum Berk. et Broome, Hessen-Nassau, Weimar-Eisenach, England. Buchen und Eichen. Besonders sandige Böden sehr häufig. VIII.—XII. 3.

T. maculatum Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Frankreich. Eichen, Kiefern. Humusreiche Böden und Composterde. VIII. bis XII. 4.

T. magnatum Pico, Italien, Frankreich. Eichen, Weiden, Pappeln. Thonige Böden, zuweilen Ackerland. 1.

T. microsporum Vitt., Italien. 4.

T. uncinatum Chatin.

T. asa Lespiald, Frankreich. Sandböden. 4.

T. lapideum Mattir. Piemont.

T. suecicum Wittr., Schweden. 4.

T. stramineum Quél. et Ferry, Frankreich.

T. moschatum Quél. et Ferry, Frankreich.

T. exiguum Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, seltener Nadelholz. Lehmige Sandböden, Composterde. VIII.—XII. 4.

T. australe Speg., Argentinien etc.

T. Caroli (Tulasnei) Bonnet.

Tuber De Baryanum Hesse, Hessen-Nassau. Buchen, Eichen. Kalkboden selten. VIII.—IX. 4.

T. murinum Hesse, Hessen-Nassau. Eschen, Haseln. Humusreicher Sandboden sehr selten. IX.—X. 4

T. scruposum Hesse, Hessen-Nassau. Eichen, Buchen, Haseln. Kalkboden, selten. VIII.—IX. 4.

T. rutilum Hesse, Hessen-Nassau. Buchen. Kalkboden, selten. VIII.—IX. 4.

Picoa Juniperi Vitt., Italien. Wachholder. Sandige oder kalkreiche Böden. 4.

Choiromyces terfezioides Mattirolo Piemont.

Ch. maeandriformis Vitt., Schlesien, Hessen-Nassau, Ostpreussen, Oesterreich, Russland, Italien, England. Buchen, Nadelholz. Sand-, Kalkböden, ziemlich häufig. VIII.—XI. 1.

Ch. gangliformis Vitt., Italien. Eichen. Kalkboden.

Terfezia Leonis Tul., Italien, Südfrankreich, Afrika, Asien. Eichen und Cistrosen. Sandige und kalkreiche Böden. 1.

T. Magnusii Mattir. Piemont.

T. leptoderma Tul., Frankreich. Eichen.
T. Claveryi Chat. („Kammé), Syrien.
T. oligosperma Tul., Frankreich. Eichen.
T. castanea Quél.
T. berberidiodora Tul., Frankreich. Eichen.
T. Boudieri Chat., Algier (dazu T. Boudieri var. arabica).
T. Hafizi Chat. gemeinste Terfaz von Bagdad.
T. Metaxasi Chat., um Bagdad.
T. olbiensis Tul., Frankreich. Eichen.
Tirmannia africana Chat., Algier, besonders unter Passerina hirsuta und Atractylis serratuloides.
Delastria rosea Tul, Frankreich.
Genabea fragilis Tul., Frankreich. Eichen, Kiefern, Gräser.
Stephensia bombycina Tul., Italien, England. Eichen, Weiden, Moos.
Genea verrucosa Vitt., Hessen-Nassau, Hannover, Italien, Frankreich, England. Eichen, Kastanien, Buchen. Kalk- und Thonboden, selten. VI.—X. 4.
G. Klotzschii Berk. et Broome, Schwarzburg-Rudolstadt, England. Buchen, Eichen. Kalkreicher Boden, selten. VII.—IX. 4.
G. sphaerica Tul., Hessen-Nassau, Italien. Eichen, Buchen. Kalk- oder Sandboden, selten. VII.—IX. 4.
G. papillosa Vitt., Italien. Eichen. Kalkhaltiger Boden. 4.
G. hispidula Berk., Baden, Hessen-Nassau, England, Frankreich. Buchen, Tannen, Kastanien. Besonders Sandboden, selten. IX. bis X. 4.
Balsamia vulgaris Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Frankreich. Buchen (und Gräser). Sand- und Kalkboden, selten. IX.—XII. 4.
B. fragiformis Tul., Hessen-Nassau, Frankreich. Haseln, Buchen (und Gräser). Sand- und Kalkboden, selten. VIII.—XII. 4.
B. platyspora Berk., Hessen-Nassau, Frankreich, England. Buchen (und Gräser). Sand- und Kalkboden, selten. VIII.—X. 4.
B. polysperma Tul., Italien. Eichen, Buchen. Sand- und Kalkboden. 4.
Hydnobolites cerebriformis Tul., Hessen-Nassau, Frankreich, England. Eichen, Buchen. Sand- und Kalkboden, häufig. VIII. bis X. 4.
H. Tulasnei Hesse, Hessen-Nassau. Nadelholz, Linden. Sandige Lehmböden, sehr selten. IX. 4.
Hydnotria Tulasnei Berk. et Broome, Hessen-Nassau, Westpreussen,

England. Eichen, Buchen. Selten epigäisch. Humusreicher Sandboden, selten. VIII.—X. 4.

H. carnea Cord. (häufig epigäisch), Schlesien, Hessen-Nassau, Oesterreich. Eichen, Buchen. Humusreicher Sandboden, selten. IX.—X. 4.

Cryptica lutea Hesse (selten epigäisch), Weimar-Eisenach, Hessen-Nassau. Eichen, Buchen. Humusreicher Buntsandsteinboden, selten. IX.—X. 4.

Pachyphloeus melanoxanthus Tul., Weimar-Eisenach, Hessen-Nassau, Frankreich, England. Eichen, Buchen. Buntsandsteinboden und Geröll.

P. citrinus Berk. et Broome, Hessen-Nassau, England. Eichen, Buchen, Haseln. Kalk- und Buntsandsteinboden, selten. VIII. bis XI. 4.

P. conglomeratus Berk., England, Italien. Eichen, Buchen, selten. VIII.—XI. 4.

P. ligericus Tul., Deutschland (Bail.), Frankreich. Kastanien.

C. Elaphomyceten.

Elaphomyces mutabilis Vitt., Hessen-Nassau, Italien, Frankreich. Buchen, Eichen. Kalkboden. 4.

E. papillatus Vitt., Hessen-Nassau, Italien. Eichen, Kastanien. Sandboden, selten. VI.—XII. 4.

E. variegatus Vitt., in ganz Europa häufig. Buchen, Eichen, Kastanien, Birken, Kiefern. Sand- oder Kalkboden. IX.—V. Gemein.

E. granulatus Fr., ganz Europa. Kiefern, Eichen, Buchen. Sandboden, gemein. Das ganze Jahr hindurch. 4.

E. hassiacus Hesse, Hessen-Nassau. Rothtannen. Sandboden häufig. 4.

E. plicatus Hesse, Hessen-Nassau. Kiefern. Sandboden, häufig. 4.

E. atropurpureus Vitt., Italien. Eichen. 4.

E. citrinus Vitt., Italien. Eichen.

E. leucosporus Vitt., Italien. Eichen.

E. maculatus Vitt., Italien, Frankreich. Eichen.

E. Léveillei Tul., Frankreich. Kastanien, Eichen, Buchen.

E. septatus Vitt., Italien. Eichen.

E. anthracinus Vitt., Preussen, Italien, England. Eichen.

E. pyriformis Vitt., Frankreich, Schweden. Eichen.

E. reticulatus Vitt., Italien, Frankreich. Eichen.

E. decipiens Vitt., Italien. Eichen, Kiefern. 4.
E. asperulus Vitt., Italien, Oesterreich. Eichen, Buchen, Kiefern.
E. aculeatus Vitt., Italien. Eichen.
E. echinatus Vitt., Italien, Frankreich. Buchen, Kastanien.
E. Morettii Vitt., Italien. Buchen, Eichen.
E. Persoonii Vitt., Italien, Schweden. Eichen.
E. cyanosporus Tul., Frankreich. Eichen und Kastanien.
E. foetidus Vitt., Italien. Eichen.

§ 180. Trüffeljagd und Trüffelverbrauch. Schon die alten Römer liebten die Trüffeln nächst den Steinpilzen am meisten, doch suchten sie dieselben nicht mit Hunden, der Führer war vielmehr eine Pflanze, Cistus Tuberaria L. (Helianthemum Tuberaria Mill.). In Deutschland pflegt man die Trüffeljagd mit abgerichteten Hunden oder (seltener) mit Schweinen auszuüben und die Jagd auf Trüffeln gehört zu den landes- und gutsherrlichen Privilegien. Gottfried Held von Hagelsheim schreibt 1719 schon über die Trüffeljagd mit Schweinen: „Man sucht die Trüffeln mit einer Suchtel oder Schweinemutter, welcher zuvor der Rüssel mit einem eisernen oder messingenen Rincken geschlossen wird; sodann wühlet die Saumutter mit dem Rüssel in die Erde und wirft die Trüffel heraus; wenn sie keinen Ring anhätte, würde sie selbige fressen, weil sie sonst sehr begierig danach ist. Anstatt der Trüffel giebt man ihr sogleich eine Kastanie oder ein paar Eicheln und lässt sie nach vorgemachtem Ring weiter suchen.“ In der Weichselniederung Westpreussens wird Tuber mesentericum Vitt. mit Schweinen gesucht. Besonders aber bedient man sich in Frankreich allgemein der Schweine zur Trüffeljagd, da diese die Trüffeln bei günstigem Wind schon auf 40—50 m wittern und mit grosser Geschwindigkeit den Boden durchwühlen. Nach Chatin fördert das Schwein in guten Trüffelgegenden in zwei Tagen bis 70 Pfund Trüffeln zu Tage. In Russland wurde früher Choiromyces maeandriformis Vitt. mit Bären gesucht. Die zur Trüffeljagd verwendeten Hunde sind entweder Pudel oder Spitze, seltener Schäfer- und noch seltener Jagd-, Wind- und Dachshunde. Ueber die Art, wie Hunde zu dieser Jagd abgerichtet werden, berichtet Irmisch: „Von meinem Grossvater und meinem Onkel, die beide Förster auf dem Straussberge waren, wurden die Hunde (meistens junge, ausgewachsene) in folgender Weise abgerichtet. Das Futter, das sie erhielten, wurde mit einigen Trüffelabfällen versetzt, insbesondere aber wurden Brotstücke mit

Trüffeln abgerieben, so dass die Hunde mit dem Geruch der Trüffel recht bekannt gemacht wurden. In der angegebenen Weise behandelte Brotbrocken wurden in der Stube versteckt, erst weniger, dann mehr sorgfältig, und die Hunde zum Aufsuchen angehalten und belobt und belohnt im Falle des Auffindens; darauf begann dasselbe Versteckspiel im Hausgarten und in den nahen Waldungen, bis die Zöglinge die Trüffeln, die am Boden lagen, auffanden; ein Brotschnitt, mit Butter oder Fett bestrichen, oder ein ähnlicher Leckerbissen wurde ihnen unter Lobsprüchen oder anderen Freundlichkeiten auch hier zu Theil, und dabei blieb es auch, als die Lehrzeit vorüber war. Wenn es zum Trüffeljagen gehen sollte, erhielt der Hund weniger zu fressen, damit er im Walde in der Erwartung der kleinen Belohnungen eifriger suchte. Ein kluger, junger Hund mit scharfem Geruchsinn und eine verständige, freundliche Behandlung sind bei der Dressur die Hauptbedingungen eines glücklichen Erfolges." Gute Trüffelhunde kosten jetzt etwa 150 Mark und darüber. Der Kurfürst August von Sachsen kaufte zu Anfang des vorigen Jahrhunderts aus Italien zehn Trüffelhunde zu je 100 Thaler.

Der Gesammtexport von Speisetrüffeln betrug in Frankreich 1870 1500000 kg im Werthe von 15881000 Frcs.; der Périgord allein erzeugt jährlich ca. 400000 kg im Werthe von 4 Millionen Franken und nach Chatin giebt gegenwärtig die Périgordtrüffel Anlass zu einem Umsatz von 50 Millionen Franken. In Deutschland werden dagegen in den günstigsten Jahren nur 1000 kg Trüffeln zu etwa 7000 Mark geerntet.

Die französische Périgordtrüffel wird nach dem Einernten gebürstet, geschält, in Salzwasser eingemacht und luftdicht verschlossen. Das grösste Trüffelgeschäft der Welt von Bouton und Henras in Périgueux-Cahors konservirt jährlich ca. 100000 kg Trüffeln und verkauft ebensoviel frisch. Ueber die Verwendung der Trüffeln für den menschlichen Haushalt berichtet Rudolph Hesse (l.c.) Folgendes: „Bald werden sie in Fleischbrühe, bald in Wasser, bald in Wein (auch Champagner) gekocht, bald in heisser Asche gebraten oder im Backofen gebacken, bald werden sie ungekocht in Scheiben geschnitten, die man mit frischer Butter bestrichen und mit etwas Pfeffer und Salz überstreut geniesst, bald dienen sie als Zusatz zu Ragout, Saucen, Fricassée, Fleischfüllsel etc. oder zur Fabrikation von Trüffelwurst, Gänseleber- und anderen Pasteten. Trüffelwürste werden in Deutschland hauptsächlich in

Braunschweig und Apolda, Gänseleberpasteten besonders in Strassburg fabrizirt. In Strassburg sind z. B. gegenwärtig ca. zwölf Firmen vorhanden, welche jährlich ca. 8000—9000 kg zu den genannten Luxusspeisen verarbeiten. Der jährliche Trüffelbedarf in Strassburg, Braunschweig und Apolda, der aus Frankreich gedeckt wird, beziffert sich auf mindestens 160 000—180 000 Mark. Die Berliner Hôtelgesellschaft Kaiserhof bezieht jährlich für 40 000—70 000 Mark eingemachter Trüffeln, Hoflieferant Borchardt-Berlin für ca. 18 000 Mark, Hoflieferant Mörting-Berlin für ca. 12 000—15 000 Mark, das Haus Emil Fröschke in Berlin für 4000—5000 Mark, die Hoflieferanten Gebr. Klippert in Kassel beziehen für ca. 1200 Mark französische Trüffeln etc. Der Preis der französischen Trüffeln schwankt in Deutschland etwa zwischen 10 und 20 Mark, der der deutschen Trüffeln zwischen 6—8 Mark das Kilogramm.

Die Trüffeln sind seit dem Alterthum als Aphrodisiacum bekannt. Betrügerischerweise werden in Deutschland namentlich die weisse Trüffel mit Bovisten, Hartbovisten etc. als ächte Trüffel zum Verkauf angeboten. Namentlich werden zur Verfälschung benützt: die Schweineträffeln (Rhizopogon rubescens) und giftige Sclerodermaarten, Scl. vulgare Fr. und Scl. verrucosum Pers., welch letztere leicht an der festen, weissen, lederardigen Peridie, die sich von dem gleichmässig schwärzlichen, dicht marmorirten Innern scharf abhebt, zu unterscheiden sind. Göppert erwähnt den Betrug durch Scleroderma aus Schlesien, Böhmen, Berlin, Ost- und Westpreussen, Frankfurt a. O. Besonders stark soll nach Göppert bis vor wenigen Jahren die Beschwindelung des Publikums in Karlsbad betrieben worden sein. Diese Karlsbader Trüffeln beständen nach Göppert grösstentheils aus zerschnittenen Steinpilzen (Boletus edulis), Spitzmorcheln (Morchella esculenta), Pfifferlingen (Cantharellus cibarius), gemeinen Holzbovisten (Scleroderma vulgare) und endlich aus kleinen Stückchen der weissen Trüffel Choiromyces maeandriformis. Vergiftungsfälle durch mit Scleroderma verfälschte Trüffeln sind mehrfach konstatirt worden. So beobachtete einer der angesehensten Aerzte Breslaus, Geh. Sanitätsrath Dr. Krocker, in seiner eigenen Familie eine durch Scleroderma hervorgerufene Vergiftung (Schwindel, Erbrechen, Ohnmacht), die nach dem Genuss einer aus den trockenen Pilzen bereiteten Sauce schon nach einer halben Stunde eintrat. In Dresden erkrankten einige Herren, denen in einem Hôtel verfälschte Trüffeln zum Mahle gereicht worden waren, heftig nach dem Genuss derselben, so dass

die Behörde energisch gegen den gefährlichen Handel einschritt. Es wurde nun alljährlich von der Medicinalpolizei in den Zeitungen auf diese Giftpilze hingewiesen und auf die Unterschiede zwischen ächten Trüffeln und Hartbovisten aufmerksam gemacht, von denen „erstere auf dem Durchschnitt marmorirt, muskatartig, letztere aber ganz bläulichschwarz aussehen."

Auch das, was man in deutschen Delikatessgeschäften als eingemachte Périgordtrüffeln kauft, ist nach der Untersuchung von Hesse keineswegs immer oder nur Tuber melanosporum; sondern häufig ein Gemisch anderer Tuberarten (T. aestivum, T. brumale, T. magnatum).

Die sogenannte Trüffelkultur. Bei der hohen Bedeutung der Trüffeln als Luxusspeise für die wirthschaftliche Ausnützung des Waldbodens, wie auch bei ihrer Betheiligung an der Mycorrhizabildung der Waldbäume macht man neuerdings alle Anstrengungen, dieselben zu kultiviren, und sind auch von den deutschen Ministerien für Landwirthschaft verschiedene Gelehrte mit diesbezüglichen Versuchen auf Grund der neueren Erfahrungen beauftragt worden, welche günstige Resultate zu haben scheinen. Bisher aber war es noch nicht gelungen, Trüffelsporen zur Keimung zu bringen. Was man bisher als Trüffelkultur bezeichnet, beruht hauptsächlich nur darauf, die bereits im Boden vorhandenen Trüffelkeime durch geeignete Bearbeitung und Bebauung des Bodens zur Entwicklung und weiterer Verbreitung zu bringen oder durch mycorrhizatragende Bäume etc. die Trüffelmycelien auf neuen Boden überzuführen. In welcher Weise man in Frankreich mit Erfolg die Verbreitung und reichlichere Entwicklung der guten Trüffeln erzielt hat, wird in einer von der französischen Ackerbaugesellschaft preisgekrönten Arbeit von Charles Laval (Guide pratique du Trufficulteur. Sarlat 1884) geschildert (vgl. Zeitschr. f. Pilzfreunde 1885 II). In Trüffelgegenden genügt es meist, die Eicheln aus einem Trüffelterrain in das zu besiedelnde Terrain auszusäen, oder wenn an Ort und Stelle sich vereinzelt schon Trüffeln finden, den Boden in geeigneter Weise zu bearbeiten und mit Eichen zu bepflanzen; um Orte, in denen es noch keine Trüffeln gab, damit zu besiedeln, ist es aber nöthig, daneben noch Eichen aus Trüffelgegenden mit besonderer Schonung der feinen Wurzeln derselben (Mycorrhizen) einzupflanzen. Die Erfahrung hat dabei gelehrt, dass Kalkboden, ein Gemenge von Kalk- und Thon- oder von Sand- und Kalkboden zur Kultur der Trüffelbäume am geeignetsten ist, und zwar empfiehlt

Laval zur Anpflanzuug auf Kalkboden oder einem Gemisch von Thon- und Kalkboden besonders die Sommereiche (Quercus Robur L.) mit der weichhaarigen Eiche (Quercus pubescens). Auf leichterem, aus Kalk und Sand bestehendem Boden empfiehlt sich dagegen eine gemischte Anpflanzung von Wintereichen (Quercus sessiliflora) mit Quercus pubescens. Laval säete in einem durch die Reblaus verwüsteten Weinberg auf eine Fläche von 60 a Eicheln von Quercus Robur und Qu. pubescens und erntete schon nach 10 Jahren alljährlich für 600 Francs schwarze, gute Trüffeln. Die Anlage der Beete von Trüffeleichen erfolgt besser an Berggehängen, als in der Ebene, da die Trüffeln abfliessendes Wasser mehr als stagnirendes zu lieben scheinen. Man verschaffe sich im November (bei uns im Oktober) ca. 50 l frischer Eicheln aus einem Trüffelterrain, ziehe am besten mit dem Pfluge Furchen, in die man die Eicheln in Zwischenräumen von ca. 10 cm aussät. Dieselben werden mit Erde bedeckt und es wird nun der Boden neben der Furche in einer Breite von ca. 4 m umgearbeitet. Erlaubt es das Terrain, so kann man über die ganze Anlage noch etwas Weizen oder Hafer aussäen, nach dessen Ernte das Unkraut um die jungen, mehrere Centimeter hohen Eichen ausgejätet werden muss. Am besten im August ist die Eichenkultur jährlich einmal vom Unkraut zu säubern und es ist förderlich, Tauben- oder Schafdünger zuzuführen oder in den Zwischenraum zwischen den mit jungen Eichen besetzten Furchen zwei bis drei Reihen Kartoffeln oder Bohnen zu stecken, die gedüngt werden. Nach dem vierten Jahr bringe man keine anderen Pflanzen mehr zwischen die Eichen, arbeite aber im April oder Mai das Terrain um. Etwa im sechsten Jahre nach der Aussaat der Eicheln erscheint die Erde am Fuss der Stämmchen etwas ausgesogen und wie gedörrt; dies ist ein sicheres Zeichen, dass sich in der Erde Trüffeln bilden, die im nächsten Jahr geerntet werden können. Es müssen sodann bis zu etwa 20 cm alle überflüssigen Aestchen und Zweige beseitigt werden, damit die Luft zwischen dem Boden und den Zweigen ungehindert zirkuliren kann, und der Boden muss jährlich bis etwa zu einer Tiefe von höchstens 10 cm mit Pflug oder Hacke umgegraben werden. Unproduktive Eichen in der Nähe, an deren Wurzeln keine Trüffeln entstehen, entferne man, aber so, dass der Abstand noch 4 m bleibt. Bei der Anpflanzung junger Eichen wähle man die Species der letzteren nach der Bodenbeschaffenheit in der angedeuteten Weise. Die (am besten vierjährigen) Eichen, deren etwa 500 auf 1 ha

kommen, werden mit 4 m Abstand in Reihen gepflanzt, deren gegenseitiger Abstand 5 m beträgt. Die Anlage erfolgt in Frankreich im November und Dezember (in Deutschland etwa im Oktober). Bei dem Einsetzen der Eichen (in Löcher von 40 cm Tiefe und 80 cm Durchmesser) breite man die feinen Wurzelfasern, die beim Transport besonders geschützt werden müssen, sorgfältig aus, dünge die Erde und binde die Bäumchen an Pfähle an. Da die unproduktiven Eichen von produktiven bei der nach etwa 4 bis 5 Jahren erfolgenden Auslese leicht zu scheiden sind, kommt es allerdings häufig vor, dass betrügerischerweise die unproduktiven als produktive an Züchter verkauft werden. Man hat daher besonders auf reellen Einkauf zu achten. Isolirte Trüffelplantagen (mit truffes émigrées) bedeckt man am besten mit Baumzweigen oder Wachholderästen, die mit Steinen belastet werden, sei es, dass durch diese Massregel die Mycorrhizenbildung („milchige Ausscheidung der Eichenwurzeln", welche nach der älteren Ansicht zur Entwicklung der Trüffeln nöthig sein sollte) gefördert wird, oder die Eichenwurzeln sich leichter ausbreiten. Die Eichen, unter denen keine Trüffeln zur Entwicklung kommen, sind im Allgemeinen kräftiger als die anderen und müssen durch Aufasten und Ringelschnitte (Loslösen der Rinde in einem 1—10 mm breiten Ring zur Zeit des Safteintrittes) in ihrem zu üppigen Wachsthum beschränkt werden.

Laval berechnet die Ausgaben für Anlage und Unterhaltung einer Trüffelkultur im Verlaufe von 8 Jahren pro ha auf 912 Mark, die weiteren jährlichen Ausgaben auf 320 Mark, den jährlichen Reingewinn auf 480 Mark; da die Anlage etwa 30 Jahre ergiebig ist, also auf 14 400 Mark für diese Zeit. Einige Beispiele zeigen, wie segensreich die Trüffelkultur für einige Gegenden Frankreichs geworden ist. Die Gemeinde von Cuzance war, bevor sie Trüffelkultur trieb, eine der ärmsten im Departement Lot, jetzt ist sie eine der reichsten. Ein Einwohner, der noch vor 30 Jahren nur ein kleines Landgut im Werthe von 15 000 Francs besass, verkauft seit 15 oder 20 Jahren allein jährlich für 6000 Frcs. Trüffeln, die er auf diesem Besitzthum erbaut, und ist dadurch reich geworden. Mr. Dupuy, ein bekannter Trüffelzüchter und Maire von Sarrazac (Lot), theilt mit, dass seine ungefähr 600 Seelen zählende Gemeinde im Jahre 1882 mindestens die Summe von 80 000 Francs aus den kultivirten Trüffeln löste. Mr. Gagnebel, ein intelligenter Kaufmann in Salignac, hatte vor etwa 10 Jahren für 20—30 000 Francs

die am Bergabhange gelegene Besitzung des Admirals von Verninac gekauft und einen Theil derselben mit Wein bepflanzt, auf einem andern Theil Trüffeleichen angepflanzt. Der Weinbau rentirte sich nicht und gab die Besitzung im letzten Jahre nur 50 hl schlechten Wein, allein schon 1884 wurden von ihm die ersten Trüffeln geerntet und, während der Reingewinn an Wein durchschnittlich im Jahre nur 1500—2000 Francs betrug, bringt ihm die Trüffelausbeute wohl das Dreifache dieses Gewinnes.

Die guten Erfahrungen, welche man im Ausland mit der Trüffelkultur gemacht hat, sollten dazu dienen, dass man auch in Deutschland, mit Abänderungen, wie sie unseren klimatischen Verhältnissen entsprechen, die Trüffelkultur eifriger betriebe.

Pilzblumen und windstäubende Pilze.

§ 181. Als Pilzblumen möchten wir jene Gruppe exotischer Pilze bezeichnen, welche, unserer Gicht- oder Stinkmorchel, Phallus impudicus, verwandt, durch ihre Farbenpracht und auffällige Formgestaltung, den Blumen gleich, einen reichen Insektenbesuch empfangen und zweifelsohne ihre Sporenmassen durch Insekten verbreiten. Eine der auffälligsten Formen, die hierher gehörig, ist die Kalchbrennera Tuckii (K. et Mac Ow.) Berkl., bei der sich aus der weissen, am Boden festgehefteten äusseren Peridie — die anfänglich den ganzen Pilz umschliesst — ein gelblich wabiger Stiel mit dunkelbraunem, netzartig durchbrochenem, rundlich morchelartigem Hut (mit der Sporenmasse) erhebt und von dem Hut aus korallenartige, lebhaft rothe, verzweigte Fortsätze sich ausbreiten. Sie wird offenbar durch Taginsekten besucht, während die gleichgestaltete, weisse und im Dunkeln phosphorescirende Kalchbrennera corallocephala eine Anpassung an Nachtinsekten darzustellen scheint. Bei Anthurus Müllerianus Kalchbr., Anthurus Woodii Mac Ow. u. a. trägt der wabige Phalloidenstiel oben einen mit strahligen, lebhaft rothen Randstrahlen sich öffnenden Becher, und einem Medusenhaupt gleicht der gleichfalls rothe, geöffnete Hut der Aseroë rubra. Bei Clathrus mit kugligem, weitmaschigem Gitternetz — Cl. cibarius (Tul.) Fischer ist essbar — ist letzteres theils lebhaft roth, theils weiss (Nachtinsekten). Die Zahl der Phalloideen, unter denen diese lebhaft gefärbten und wunderbar gestalteten Pilzblumen, gegen welche das bunte Schwammvölkchen unserer deutschen Wälder ganz unscheinbar erscheint, zahlreich vertreten sind, umfasst gegen 75 Species. Auch unser Phallus impudicus, der durch seinen Leichengeruch schon aus

einer Entfernung von 100 Schritt sich bemerkbar macht, lockt zahlreiche (Aas-)Fliegen an. Die grünliche, schleimige Sporenmasse wird sofort nach der Reife von ihnen aufgesogen und wird durch sie verbreitet. Bei der brasilianischen Dictyophora campanulata findet sich eine merkwürdige Arbeitstheilung. Die Erzeugung des schauderhaften Gestankes, durch den Aasfliegen angelockt werden, welche die Sporen verbreiten, geschieht nämlich hier durch die zierliche, glockenförmige, netzige, unter dem Hut entspringende Hülle. Entfernt man diese, so verschwindet der Geruch. — Sind die Phalloideen die eigentlichen Insektenblumen unter den Pilzen, so giebt es doch auch unter den übrigen Pilzen, und zwar auch unter den grösseren Schwämmen unserer Wälder zahlreiche, bei welchen Thiere die Rolle der Sporenverbreitung übernehmen. Die unterirdischen Pilze, wie die Hirschtrüffeln etc., werden durch das ihrem intensiven Geruch nachgehende Wild ausgewühlt und finden zugleich mit dem darauf schmarotzenden Cordyceps ophioglossoides durch die Losung des Wildes eine weitere Verbreitung. Ob auch die Mäuse an die Hirschtrüffeln gehen, ist mir zweifelhaft. Wenigstens scheint bei den Zwiebeln der Kaiserkrone, Fritillaria Meleagris, der gleiche Geruch, welcher bei den Hirschtrüffeln das Wild anlockt und wohl auch bei dem Rind diese Pilze zum Aphrodisiacum macht, gerade ein Schutzmittel gegen Mäuse und andere niedere Thiere zu sein. Die Trüffelfliegen dürften gleichfalls zur Verbreitung der Hypogaeen beitragen. Auch bei den Hutpilzen etc. unserer Wälder dürfte die Verbreitung durch Thiere neben der durch den Wind häufiger sein. Zunächst wäre es auffällig, wenn bei so reichlichem und regelmässigem Besuch der Pilze durch Schnecken (vgl. auch die Rostpilze) und Insekten, diese den Schwämmen keinen Gegendienst erwiesen, da wir doch bei den Blüthenpflanzen das Prinzip von Leistung und Gegenleistung so deutlich ausgesprochen finden. Nach Chapmann kennt man gegen 400 Arten von Schwammkäfern und Schwammfliegen, und manche derselben haben besondere Vorliebe für bestimmte Schwammspecies, wie wir ähnliche auch bei den Blüthenpflanzen treffen (eine Biene, Cilissa melanura, welche die Bestäubung des Färbeweiderichs, Lythrum Salicaria, besorgt, lebt z. B. ausschliesslich vom Nektar dieser Pflanze). So leben Liodesarten und Anisotoma cinnamomea besonders in Speisetrüffeln, Abdera bifasciata lebt ausschliesslich in Corticium quercinum und einige Käfer leben nur in wenigen Polyporusarten und in den Hartbovisten, Scleroderma. (Vergl. auch die In-

sekten, welche die Urheber der Alkoholgährung der Bäume, Endomyces Magnusii etc. verbreiten.) Es ist sicher, dass diese Insekten, bevor sie geflügelt die Pilze verlassen, sowie auch Schnecken von Sporen bedeckt und beklebt werden, die an anderem Ort zur Entwicklung kommen. Ein beachtenswerther Umstand scheint mir auch der folgende zu sein: Bei den Blüthenpflanzen sind diejenigen Pollenkörner, die durch Insekten verbreitet werden, stachelig und höckerig, die der Bestäubung durch den Wind angepassten dagegen glatt (und leicht), so dass oft die mikroskopische Untersuchung eines Pollenkornes ausreicht, um zu erkennen, ob es einer „entomophilen" (durch Insekten zu bestäubenden) oder einer „anemophilen" (windblüthigen) Pflanze angehört. Die höckerigen, stacheligen, verhältnissmässig schweren Sporen vieler Hutpilze, z. B. der Täublinge, Milchpilze (Brätling), der Trüffeln dürften gleichfalls dem Transport durch Thiere angepasst erscheinen. Focke hat weiter darauf hingewiesen, dass gerade bei den Hutpilzen die sporenbildende Schicht nur einen kleinen Theil des Frucktkörpers einnimmt, während der übrige, fleischige Theil des Fruchtkörpers — die Hauptnahrung der erwähnten Thiere — zur Fortpflanzung in keiner direkten Beziehung steht, während bei den der Sporenverbreitung durch den Wind angepassten Schwämmen der ganze Inhalt der Fruchtkörper sich in Sporenpulver umwandelt. Von anderer Seite hat man besonders auf die auffällige, bunte Färbung des Schwammvölkchens hingewiesen und dieselbe, wie auch die Gerüche vieler Pilze als Lockmittel für sporenverbreitende Thiere betrachtet. Viele Gerüche der Blüthenpflanze finden sich allerdings im Pilzreiche wieder, so z. B. der Geruch nach Veilchen (Tricholoma irinum, Puccinia suaveolens, Chroolepus iolithus), nach Anis (Agaricus odorus, fragrans, Trametes suaveolens etc.), nach Minze (Lentinus vulgaris), Diptam (Trüffeln) etc. — Dass es bei den Pilzen auch Klettvorrichtungen giebt, die an die der Verbreitung durch Pelzthiere angepassten Widerhaken makroskopischer Früchte und Samen erinnern, wurde an anderer Stelle hervorgehoben. Es sind solche Pilze mit Klettvorrichtungen z. B. viele Mehlthaupilze, Triphragmium clavellosum und andere Rostpilze, dann die mit Vögeln, Fledermäusen, Insekten die Luftreise machenden und dann saprophytisch weiter lebenden Pilze mit Krallhaken, wie Ctenomyces serratus Eidam, Laboulbeniaceen etc.

Bei der Verbreitung der Sporen anderer Pilze — seien es entomophile oder anemophile — spielt ein besonderer Ausschleuderungs-

mechanismus eine wichtige Rolle. Nach einer ersten Beobachtung von Brefeld an Coprinus stercorarius und von Schmitz an Thelephora, hat Zalewski (in Flora 1883 Nr. 15—17) für die Hymenomyceten und Aecidien allgemein nachgewiesen, dass die Sporen durch eine ähnliche Spritzvorrichtung ausgeschleudert werden, wie sie bei der die Epizootie der Stubenfliege verursachenden Empusa muscae, ferner bei Pilobolus crystallinus und bei Ascomyceten schon länger bekannt ist. Bei Sphaerobolus wird die ganze Peridiole mit den Sporen fortgeschleudert. Sehr schön sieht man die plötzliche explosive Entladung der (mit Flüssigkeitströpfchen behafteten) Sporen bei den Ascomyceten, z. B. bei Rhizina undulata und anderen Pezizaceen. Besonders wird man beim Berühren dieser Pilze mit der Hand oder bei ihrem Herausnehmen aus der feuchten Botanisirtrommel oft überrascht durch das plötzliche Aufsteigen einer feinen Sporenwolke, eine Erscheinung, die lebhaft erinnert an die jedem Gärtner bekannte, explosive Entladung der Staubbeutel des Brennnesselgewächses Pilea bei Befeuchtung und nachfolgender Erwärmung durch die hohle Hand, oder im vergrösserten Massstab an die Entladungen der Samen unserer Veilchen und Stiefmütterchen, Oxalis stricta, Impatiens noli tangere, Cyclanthera explodens, Elaterium Momordica etc.

Die Phalloideen — mit den Gattungen Dictyophora, Hymenophallus, Ithyphallus, Mutinus, Kalchbrennera, Simblum, Clathrus, Colus, Lysurus, Anthurus, Aseroë, Calathiscus, Aserophallus — erscheinen fast durchweg der Sporenverbreitung durch Thiere, die dem Sporenschleim nachgehen, angepasst (über die wunderbar farbenprächtigen und schönen Formen dieser „Pilzblumen" vgl. Ed. Fischer, Versuch einer systematischen Uebersicht über die bisher bekannten Phalloideen, Jahrb. d. bot. Gart. u. Mus., Berlin, Bd. IV, p. 1—92; Phalloideae aust. Ed. Fischer in Saccardo, Sylloge Fungorum, Vol. VII, 1888, p. 1—27; Untersuchungen zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte und Systematik der Phalloideen. Denkschrift d. schweiz. Naturforschergesellsch., Zürich, Bd. 32, I, 1890, 103 S. u. 6 Taf. kol.; ferner K. Kalchbrenner, Új vagy kevésbbé ismert Szömörcsög félék. Phalloidei novi vel minus cogniti m. 3 Taf. und Új vagy kevésbbé ismert hasgombák. Gasteromycetes novi vel minus cogniti m. 5 Taf. in d. Abh. d. Ungar. Akad. d. Wissensch., Budapest 1880 [X Kötet, XVII Szám. 1880; XIII Kötet, VIII Szám. 1883]).

Dagegen stellen die Nidulariaceen mit dem zierlichen Becher-

pilz Cyathus striatus etc. vielleicht eine Anpassung an die Wasserverbreitung, die eigentlichen Boviste, Lycoperdaceen, wie es scheint, durchweg eine Verbreitung durch den Wind dar. Nicht nur stäuben die mit massenhaftem Sporenpulver gefüllten Kugeln unserer Boviste und Erdsterne durch besondere Mündung oder nach Aufreissen der ganzen oberen Peridie in den meist kräftigen Herbstwinden sehr reichlich, vielfach finden sich auch besondere Vorkehrungen, durch welche die leichten, luftigen Geaster- und Lycoperdonkugeln vom Boden losreissen, um sich durch die Herbststürme mit ihrem Sporeninhalt weithin verbreiten zu lassen.

Unter ca. 16 Gattungen von Lycoperdaceen mit gegen 80 Arten scheinen die australischen Gattungen Batarrea (Batarrea Mülleri Kalchbr., B. Tepperiana Ludw. etc.) und Xylopodium (Xylopodium australe Berk. und X. ochroleucum Cke. et Mass.) mit ihrem holzigen, aussergewöhnlich langen Stiel eine besondere Anpassung darzustellen. Die Fruchtkörperanlagen, welche tief im Sand Australiens gebildet werden, werden durch einen über fusslangen Stiel in die Höhe gehoben. Letzterer, den man wegen seiner holzigen Beschaffenheit eher für alles mögliche Andere als ein Pilzgebilde halten möchte, kann als besondere Anpassung an diese mechanische Inanspruchnahme betrachtet werden. Er ist bei Batarrea Tepperiana Ludw. hohl, röhrig, im Innern mit einem bis zum Hut verlaufenden, weisslichen, dochtähnlichen Faserbündel versehen, welches offenbar, dochtartig wirkend, die Wasserzufuhr aus den tieferen Schichten des sandigen Bodens in den sporenbildenden Hut besorgt. Hygroskopische, mit spiraligen Wandverdickungen versehene Capillitiumfasern, nach Art derer bei den Schleimpilzen, spielen sodann beim Oeffnen und Verstäuben des Fruchtkörpers eine wichtige Rolle.

Erläuterungen zu Figur 10.

Basidiomyceten.

1—5. Formen der Basidien.

1. Quergetheilte Basidie von Auricularia (Auricularineen) 2. „ „ „ Pilacre (Pilacreen) 3. Längsgetheilte Basidie von Exidia (Tremellineen) *a* von der Seite, *b* im Querschnitt	Protobasidien.
4. Ungetheilte Basidie von Calocera viscosa (Dacryomyceten) 5. „ „ „ Agaricus (Hymenomyceten)	Autobasidien.

6. Tomentella flava Mycelast mit Basidien nach Brefeld.

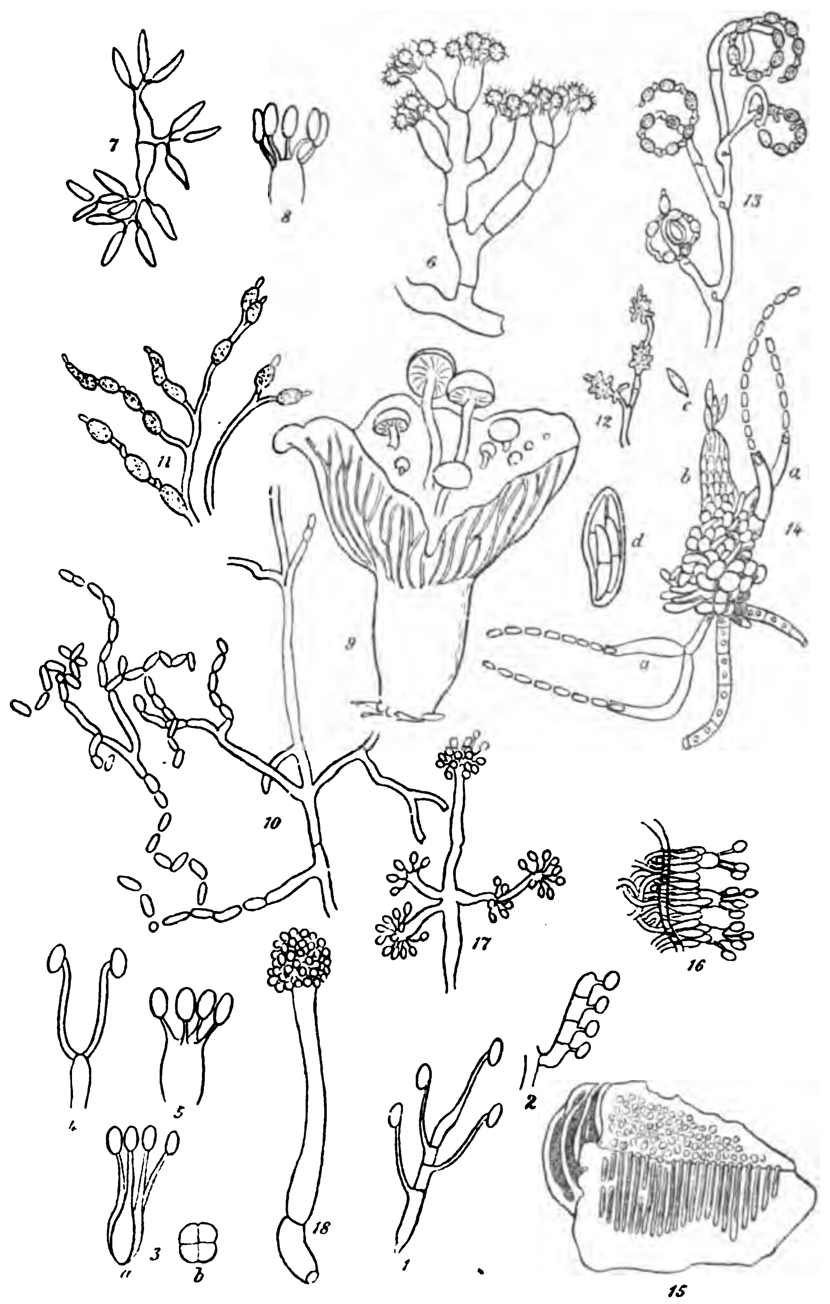


Fig. 10.

7. Exobasidium Vaccinii, Conidienfruktifikation.
8. „ „ Basidie.
9. Ein Fruchtkörper von Russula nigricans mit den darauf schmarotzenden Fruchtkörpern von Nyctalis asterophora (Agaricinee).
10. Oidienbildendes Mycel von Nyctalis parasitica.
11. Chlamydosporen tragender Zweig von Nyctalis parasitica.
12. „ „ „ „ Nyctalis asterophora.
13. „ „ „ „ Oligoporus (Ptychogaster albus).
14. Parasit auf Nyctalis, in dessen Entwicklungskreis früher fälschlicher Weise die Nyctalischlamydospora gerechnet wurde, Pyxidiophora Nyctalidis. — *a* Die Conidien entlassenden Büchsen; *b* Perithecium mit austretenden Sporen; *c* einzelne Spore; *d* einzelner Ascus.

15—18. Heterobasidium annosum (Trametes radiciperda).
15. Der holzige Fruchtkörper mit Längs- und Querschnitt.
16. Ein Stückchen Hymenium aus der Wandung der Röhren, mit drei Basidien.
17. und 18. Conidienträger des Pilzes (aspergillusähnlich); in 17 mit sehr variirender Sporenzahl (Uebergang des Conidienträgers zum Basidium).

6. bis 18. nach Brefeld.

---

2. Ordnung: Dacryomyceten.

§ 182. Wie die Gasteromyceten sich an die Ecchynaceen unter den Protobasidiomyceten anreihen, so schliessen sich die Dacryomyceten an die Tremellineen an. Sie haben gallertig knorpelige Fruchtkörper, deren Oberfläche ganz oder an einem bestimmten Theile von dem Hymenium bedeckt ist. Letzteres besteht aus den palissadenförmig neben einander stehenden Basidien. Die Basidien sind langkeulig, einzellig, wachsen aber vor der Sporenbildung in zwei lange Aeste aus, die fast ebenso dick wie die Basidien selbst sind und an den pfriemlich zugespitzten Enden einfache Sporen erzeugen.

Calocera viscosa (Pers.) Fr., das bekannte „Gottesfingerchen" unserer Wälder, ist die bekannteste Art der hierher gehörigen Pilze. Die Caloceraarten, mit pfriemlichen, keulenförmigen oder korallenartig verzweigten Fruchtkörpern, erinnern an die Clavariaceen. Dacryomyces (D. deliquescens, D. abietinus und stillatus etc.) hat rundliche, becher- oder schüsselförmige, gallertige, allseitig vom Hymenium überzogene Fruchtkörper, während bei Guepiniopsis (G. Femsjoniana [Olsen]) der gleichfalls becher- oder schüsselförmige Fruchtkörper nur auf dem oberen Theil von dem Hymenium überzogen ist. Bei Dacryomitra glossoides Bref. ist der Frucht-

körper (ähnlich wie bei den Ascomyceten Spathularia, Mitrula etc.) keulen- oder zungenförmig in einen oberen, genau abgegrenzten, dickeren, von dem Hymenium überzogenen Theil und in einen unfruchtbaren Stiel geschieden. Bei Dacryomyces werden die Sporen bei der Keimung zunächst durch wiederholte Theilung vier- bis vielzellig. Die Conidienformen von Dacryomyces und Calocera erinnern an die früher als Epochnium oder Cephalosporium beschriebenen Pilzformen.

3. Ordnung: Hymenomycetes.

§ 183. Zu ihnen stellen wir alle übrigen Basidiomyceten, die durch mehr oder weniger cylindrische Basidien mit (2 oder) 4 feinen, einfache Sporen tragenden Sterigmen ausgezeichnet sind. Die Clavarieen mit fleischigen, nicht gallertigen Fruchtkörpern von Keulenform oder reich verästelten Formen mit stielrunden Aesten (Clavaria) oder mit blattartig verbreiterten Aesten (Sparassis), einfach keulenförmig oder vertikal cylindrisch (Pistillaria mit 2, Typhula mit 4 Sterigmen), schliessen sich den gleichgestalteten Dacryomyceten an. Von den übrigen finden sich bei den Tomentelleen Gattungen (Tomentella, Pachysterigma), die den Exoasci entsprechend auf losem oder nur rudimentäres Hymenium bildendem Mycelgeflecht frei an den Aesten des letzteren ihre Basidien bilden, von da (Exobasidium, Hypochnus) Formen, deren Hymenium (Fruchtschicht) mehr oder minder ausgebildet ist (Corticium), ohne aber einen eigentlichen Fruchtkörper zu bilden. Wieder unmerklich ist dann der Uebergang zu den eigentlichen Thelephoreen, welche Fruchtkörper bilden mit zwar glattem, aber wohl differenzirtem und bestimmt angeordnetem Hymenium (Stereum, Cyphella, Craterellus). Ihnen schliessen sich an einerseits (durch Thelephora) die Hydneen, deren Fruchtkörper auf der Unterseite das Hymenium in Form von Stacheln, Höckern, Warzen tragen, andererseits durch Craterellus (Cantharellus etc.) die Agaricineen, deren Hymenium auf radial ausstrahlenden Plättchen (Lamellen), und die Polyporeen, deren Hymenium in Waben, Löchern, Poren oder Röhrchen der Hutunterseite gebildet wird.

Uebersicht der Gattungen der Thelephoreen, Hydneen und Polyporeen.

Thelephoreen (incl. Corticium):

Corticium (Tomentelleen), Fruchtkörper eine gleichmässig

der Unterlage aufliegende, fleischige oder lederartige Masse bildend. Sporen farblos.

Stereum, Fruchtkörper angewachsen oder ganz oder theilweise vom Substrat abstehend, meist aus verschiedenen Schichten bestehend. Sporen farblos.

Aleurodiscus, Fruchtkörper erst der Unterlage anliegend, dann fleischig, lederartig, öfter becherförmig. Mit grossen Basidien und grossen, elliptischen Sporen von farbloser Membran und röthlichem Inhalt (A. amorphus Rabh. an abgefallenen Tannenzweigen, A. aurantius [Pers.] an Rosenzweigen).

Coniophora (z. B. C. puteanea Fr.), flach aufliegend, unregelmässig warzig. Sporen mit gelbbrauner Membran, glatt.

Thelephora, Fruchtkörper krustenförmig oder hutförmig, sitzend oder gestielt. Sporen mit brauner Membran, stachlig.

Hydneen:

Grandinia mit halbkugligen, glatten, Odontia mit vieltheiligen, bewimperten Warzen auf dem Hymenium.

Phlebia mit kammartigen, niedrigen, ausgezackten Runzeln.

Sistotrema mit zahnförmigen, meist kammartig eingeschnittenen Blättern.

Radulum mit büschelig oder zerstreut stehenden, unregelmässigen Stacheln.

Hydnum mit regelmässigen, dicht stehenden Stacheln (bei Phaeodon mit brauner, Amaurodon mit violetter Sporenmembran).

Polyporeen:

Merulius mit farbloser, Serpula mit brauner Sporenmembran. Hymenophor faltig, zellige, weichwandige Erhabenheiten tragend.

Polyporus mit meist weisser, Ochroporus mit brauner Substanz des Fruchtkörpers, Phaeoporus mit brauner Sporenmembran. Hymenophor dicht verwachsene Röhren bildend.

Daedalea, Hymenophor mit gestreckten, gewundenen, tiefen Gängen (Fruchtkörper innen weiss, bei Daedalopsis innen braun).

Lenzites mit fast agaricusähnlichem, aber holzig blättrigem, anastomosirendem Hymenophor.

Fistulina, Röhren isolirt stehend. Fruchtkörper grosse, fleischige Klumpen an Bäumen bildend.

Boletus, Fruchtkörper meist fleischig, Röhren von einander und vom Fruchtkörper trennbar.

Familie Tomentelleen.

§. 184. Fäulniss der Gurkenpflanzen

wird verursacht durch Hypochnus Cucumeris Frank. Der dünnfilzig-staubige, aus locker verwebten Hyphen bestehende Fruchtkörper von hellgrauer Farbe überzieht sich zuletzt an der Aussenfläche mit einer Hymenialschicht, die längliche Basidien mit je vier ovalen, farblosen Sporen bildet. Letztere keimen bereits nach 24 Stunden. Nach Frank's Untersuchung steigt das Mycel parasitisch auf der Stengelbasis der Gurken von der Erde aus auf und umhüllt den Stengel, dringt dann in sein Gewebe ein, welches in Folge dessen abstirbt, weich und faul wird. Frank beobachtete den Pilz auch auf Lupinen und Klee.

Die Hypochnuskrankheit der Kartoffelstöcke

wird durch Hypochnus Solani Prillieux et Delacroix verursacht. Der Pilz bildet an den unteren Stengeltheilen der Kartoffelstöcke einen etwa 150 μ dicken Ueberzug von schwachkörniger, im trocknen Zustand rissiger Oberfläche, der sich leicht ablöst, grauweisslich, innen braun ist. Das Mycel besteht aus weiten, septirten, hellbraunen Hyphen, aus denen die blasseren, verzweigten Fruchthyphen entspringen, die in ei- bis keulenförmige, oben abgerundete Basidien, 10—20 μ lang, 18 μ breit, endigen. Letztere tragen 4 gerade, cylindrische, stumpfe Sterigmen, 3 μ lang, 2,5 μ breit, mit eiförmigen, an der Basis zugespitzten, hyalinen Sporen, 10 μ lang, 6 μ breit. Die Ueberzüge, von welchen die Strünke wie übertüncht erscheinen, haben oft eine Ausdehnung von 7—8 cm Länge, 1 bis 2 cm Breite.

Eine Krankheit der Weintrauben erzeugt Aureobasidium Vitis Viala et Boyer.

Verwandte Pilze treten an verschiedenen wildwachsenden Pflanzen auf, so bildet Helicobasidium purpureum Pat. mit 2sporigen Basidien einen häutigen Ueberzug nach Art der Sebacina incrustans Tul. am Grund der Blattstiele und Blätter von Asarum europaeum.

Die Schwammkrankheit der Preisselbeeren, Heidelbeeren etc.

wird durch Exobasidium Vaccinii Wor. verursacht. Das Mycelium von Exobasidium bildet direkt ein zuerst unter der Oberhaut der Nährpflanze verborgenes, dann durchbrechendes Hymenium in Form eines flockig pulverigen Ueberzuges. Die Nährpflanzen werden mehr oder weniger stark deformirt.

E. Vaccinii Wor. bildet ausgedehnte, verschieden geformte Ueberzüge von weisslich-röthlicher, im Alter dunklerer Farbe, aus kugligen Basidien mit 4, seltener 5—6 Sporen bestehend. Sporen verlängert, spindelförmig, farblos, 5—8 μ lang, 1—2 μ breit. Wie bei den Zitterpilzen (Tremellineen) theilen sich die Sporen immer erst vor der Keimung und die Keimfäden bilden zuerst Conidien. Wie Brefeld gezeigt hat, ist der sonst streng parasitische Pilz in Nährlösungen auf das Leichteste zu züchten, ergeht sich aber hier fortgesetzt in Conidienbildung, und zwar erfolgt an der Luft direkte Conidiensprossung, in den Nährlösungen aber werden erst Keimfäden gebildet, welche die Conidien bilden. An der Oberfläche der Nährlösungen bildet der Pilz kahmartige Häute.

Der Pilz tritt am häufigsten an Preisselbeeren auf, besonders auf feuchtem Boden, spärlicher auf Heidelbeeren. Doch kann er auch auf letzteren, wie Sadebeck gezeigt hat, derartig auftreten, dass er als wirthschaftlich schädlich zu bezeichnen ist. So fand ihn Sadebeck bei Harburg. Die erkrankten Blätter hatten die 3—4fache Grösse der normalen, waren nicht fleischig, oberseits auffallend gelblich, unterseits von weissem Reif bedeckt. Es waren nicht nur alle Blätter eines Pflänzchens, sondern auch fast alle Pflanzen auf einem 2—3 m breiten und 600 m langen Waldstreifen erkrankt, Blüthen- und Fruchtbildung unterblieb. Bei der Preisselbeere sind die Blätter, dickfleischig verkrümmt, die Stengel unförmlich, weisslich, aufgeschwollen. Auch auf Vaccinium uliginosum kommt der Pilz vor, während das in Dänemark auf V. oxycoccus auftretende Exobasidium, das Anschwellung, Verdrehung und fleischfarbene Verfärbung der Triebe erzeugt, als besondere Art betrachtet und Exobasidium Oxycocci Rostr. benannt wird. Die Formen auf Arctostaphylos, Andromeda, Ledum, Cassandra, Gaylussacia, Rhododendron werden von deutschen Autoren gleichfalls zu Exobasidium Vaccinii zum Theil als Varietäten gezogen. Amerikanische Autoren unterscheiden jedoch noch Exobasidium Arctostaphyli Hark.

auf Arctostaphylos pungens etc., Exobasidium Azaleae Pk. auf Azalea, Rhododendron nudiflorum, Exobasidium decolorans Hark. auf Rhododendron cordifolium, Exobasidium discoideum Ell. auf Rhododendron viscosum etc.

Zu den auffälligsten, durch diese Pilze verursachten Bildungen gehören die kugligen, erbsen- bis wallnussgrossen, Galläpfeln ähnlichen Auswüche von intensiv rother Färbung an den Alpenrosen, die in der Schweiz als „Säftäpfel" bezeichnet werden, sowie die durch Exobasidium Lauri Geyler verursachten, bis drei Meter langen, hirschgeweihartigen, Luftwurzeln ähnlichen Gebilde an den Stämmen von Laurus canariensis auf den Canarischen Inseln.

Neuerdings sind ähnliche Krankheiten auch auf Pflanzen anderer Familien gefunden worden, so in Deutschland eine durch Exobasidium graminicolum Bresadola verursachte Krankheit der Wiesengräser (Bromus, Arrhenaterum), ferner Krankheiten der Steinbrechgewächse (Saxifrageen). Auf letzteren fanden Warming und Holm Exobasidium Warmingii Rostr. in Grönland auf Saxifraga Aizoon. Später wurde dasselbe auf Saxifraga aspera, S. bryoides etc. in der Schweiz, Tirol und auch in Nordamerika aufgefunden. Es verursacht dickfleischige Anschwellungen der Blätter von grösserer Ausdehnung und seine Sporen sind 6—10 μ lang. Exobasidium Schinzianum Magnus wurde in der Schweiz auf Saxifraga rotundifolia entdeckt und hat Sporen von durchschnittlich 12 μ Länge (die zweizelligen Sporen 17,8 μ lang). Es bildet auf der Unterseite der Blätter weissliche runde Flecken, die später in der Mitte und dann nach aussen fortschreitend bräunlich werden. Die vom Mycel umsponnenen Zellen werden aber im Gegensatz zu der Wirkung anderer Exobasidien getödtet und der Pilz erzeugt nur begrenzte, flache Flecken.

Baumschädlinge und Holzverderber unter den niederen Hymenomyceten.

§ 185. Corticium comedens (Nees) Fr. Fruchtkörper unter der Rinde sitzend, die endlich abgeworfen wird, fleischfarbig verblassend oder schmutzig weiss, hell- oder gelbgrau, glatt, kahl, frisch wachsartig, dick, etwas schmierig, trocken zusammenfallend, dünnkrustig, rissig, schmutzig braun. Basidien breit mit 4 grossen, pfriemlichen gebogenen Sterigmen. Sporen cylindrisch mit abgerundeten Enden, etwas gekrümmt 17—21 μ lang, 6—9 μ breit,

farblos, glatt. Auf Eichen, Buchen, Erlen, Haselnuss etc. Wie Rostrup gezeigt hat, tritt dieser sonst als Saprophyt (an abgestorbenen Aesten etc.) vorkommende Pilz auch als ächter Parasit vorwiegend an Eichen und Erlen auf, die er erkranken macht. Auf ihm schmarotzt zuweilen wieder Sphaeronema epimyces (Fr.) Sacc.

Corticium coeruleum (Schrad.) Fr. auf faulem Holz wurde bereits von Sowerby Auricularia phosphorea benannt und auch von Crié leuchtend gefunden. Die an faulendem Holz und fauler Rinde wachsenden Fruchtkörper sind anfangs rundlich, später ausgebreitet, angeheftet, in der Jugend filzig, schön blau, im Umfang byssusartig, etwas weisslich. Hymenium wachsartig, erst schwach borstig, dann kahl.

Familie Thelephoreen.

Coniophora cerebella (Pers.) Schröt. (Thelephora puteanea) ist ein Holzverderber, der mit dem Hausschwamm etc. zusammen in Häusern, Kellern, Bergwerken, an Brettern, Pfählen, Fässern etc., im Wald an Kiefernstöcken auftritt. Die Fruchtkörper sind wie bei Corticium flach aufliegend, weit verbreitet ohne bestimmte Begrenzung, dick, fleischig, häutig, weich, leicht von der Unterlage abhebbar, anfangs weiss, später gelbbraun mit weissem, flockigem Rande. Hymenium wellig, warzig, zuletzt olivenbraun bestäubt. Basidien mit vier Sterigmen, Sporen breit elliptisch 9 (11) bis (14) 16 μ lang, 7—9 μ breit. Mit lebhaft gelbbrauner, glatter Membran.

Stereum hirsutum Hart. mit lederartigen zähen Fruchtkörpern, bei denen das Fruchtlager durch eine faserige Mittelsubstanz von dem sterilen Theil getrennt ist (Unterschied von der Gattung Corticium, wo diese Mittelschicht fehlt). Mittelsubstanz weiss, fest. Fruchtkörper anfangs oft becherförmig, aufgewachsen oder im oberen Theil abstehend, häufig konsolenartig über einander stehende Hüte bildend, wellig gebogen, Oberseite striegelig behaart, weisslich oder hell ockerfarben, gezont, mit scharfem, gelblichem Rande. Fruchtlager glatt, frisch lebhaft gelb bis orange, trocken blasser. Sporen cylindrisch, beidseitig abgerundet, 6—8 μ lang, 2,5—3 μ breit mit farbloser glatter Membran. Nach Hartig ist der Pilz ein Eichenzerstörer und verursacht eine Holzzersetzung, die in der Breite mehrerer Jahresringe das Holz verfärbt und als Mondringzersetzung bezeichnet wird, später wird das Holz „gelb-

oder weisspfeifig". Auf braunem Grund entstehen dann in den Ringen weisse oder gelbliche Längsstreifen, die im Querschnitt als weisse Punkte erscheinen (Fliegenholz); zuletzt wird oft die ganze Holzmasse gleichmässig gelb.

Der Pilz ist auch auf anderen Laubhölzern, Hainbuchen, Birken etc. sehr verbreitet, überhaupt einer der gemeinsten Saprophyten. Bänke, Luftbrücken etc., welche aus den weissen Birkenstämmen, besonders in Park- und Gartenanlagen, hergestellt werden, fallen gewöhnlich der Wirkung dieses Pilzes bald anheim, sowie Brücken, Dämme (sogen. Knüppeldämme), Gartenzäune, Barrièren etc. aus Kiefernholz häufig der saprogenen Wirkung des Lenzites sepiarius Fr. (Gleophilum saepiarium [Wolf.] Schröt.) anheimfallen. Auf dem Stereum schmarotzt Hypomyces aureonitens Tul.

Thelephora Perdix Hart. bildet seine Fruchtkörper in den hohlen Stämmen und an Astwunden der Eiche in ca. 1 cm grossen, braungelben Krusten von ganz gleichmässiger (Unterschied von Stereum!), lederartiger Beschaffenheit, nicht fleischiger wie bei Corticium. Die Basidien sind mit haarförmigen Emergenzen besetzt und wachsen zum Theil ohne Sporen zu bilden weiter, um später ein neues Hymenium zu bilden, so dass der Fruchtkörper im Querschnitt geschichtet (die alten Schichten intensiv braun) erscheint. Der Pilz erzeugt das Rebhuhnholz der Eichen, das braun, anfangs weiss gefleckt, dann wie von Ameisen durchlöchert erscheint. Die Höhlungen sind vom Mycel weiss ausgekleidet und von festen, braunen, bleibenden Wänden umgeben. Unter der Einwirkung des Mycels verlieren die Stärkekörner der Parenchymzellen erst die Fähigkeit, durch Jod blaue Färbung anzunehmen, und werden dann aufgelöst. An den weissen Stellen wird die Zellsubstanz in Cellulose umgewandelt und die Mittellamelle der Zellwände aufgelöst, anders ist die Zersetzung in der graugelben Umgebung der Höhlen. Bei Zutritt von Luft und Feuchtigkeit tritt Wundfäule hinzu.

Thelephora laciniata Pers. wird der jungen Fichtensaat öfter schädlich, indem sie dieselbe überwächst und tödtet. Die Fruchtkörper sind lederartig, lappenartig, oft halbkreisförmig horizontal von der Unterlage abstehend oder dachziegelig die Unterlage weithin überziehend; oben dunkel umbrabraun, grobfaserig schuppig. Rand anfangs weisslich, grobfaserig gewimpert. Hymenium auf der Unterseite, graubraun, stumpfwarzig. Sporen rundlich eckig, 7—9 μ lang, 6—7 μ breit, Membran trüb braun, stachlig.

Familie Hydneen.

Hydnum diversidens Fr. schmarotzt nach Hartig auf Eichen und Buchen. Das durch sein Mycel zersetzte Holz erscheint anfangs röthlichbraun im Herbstholz, das Frühjahrsholz wird dann gelb, so dass im Längsschnitt verschiedenfarbige Längsstreifen auftreten. Später wird das ganze Holz gelb und zuletzt in weisse Pilzmasse verwandelt. Es wirkt das Mycel so, dass zunächst die innerste Zellwandschicht gallertig wird, ohne Cellulosereaction zu zeigen, dann aufgelöst wird, zuletzt verschwindet die Aussenwand. Der Pilz ruft eine Art Weissfäule hervor. Hier wie bei Ochroporus, Heterobasidium, Agaricus melleus u. A. hat Hartig die parasitäre Natur dadurch nachgewiesen, dass er gesunde Stämme durch lebendes Pilzmycel inficirte. Die Fruchtkörper des Hydnum diversidens haben fleischigen Hut, der fast gestielt, aber sehr verschieden geformt, bis 5 cm breit und 3 cm dick, weiss ist, oberseits mit aufrechten, verschieden geformten Zähnchen dicht besetzt. Stacheln 5—15 mm lang, zusammengedrückt, pfriemlich oder handförmig verbreitert und eingeschnitten, dicht. Wie bei Thelephora Perdix entsteht hier an den Stacheln durch Fortwachsen steril gebliebener Basidien im nächsten Jahre eine neue Hymenialschicht. Nach Ziliakow träte auch Hydnum pinastri Fr. mit häutigen, leicht ablösbaren gelblichen, am Rande anfangs filzigen Fruchtkörpern und pfriemlichen, spitzen, schiefstehenden Stacheln an Kiefern parasitisch auf.

Hydnum Schiedermayri Heufl., ein Schädling der Apfelbäume.

Fruchtkörper unförmliche Massen von bisweilen mehr als 50 cm Durchmesser und über 10 cm Höhe, entweder aus der Rinde hervorbrechend oder durch Fäulniss entstandene Höhlen ausfüllend, weichfleischig, aussen und innen schön schwefelgelb, zuletzt hellbräunlich, im durchfallenden Lichte aber stets röthlich. Oberfläche uneben, flachhöckerig, grubig, sehr dicht mit hängenden, weichfleischigen, schwefelgelben, an der Spitze weissflockigen, pfriemlichen oder an den Spitzen kerbig gezähnelten, 0,5—2 cm langen Stacheln besetzt. Sporen zu 4, kurz eiförmig, 5—6 μ lang, 3—4 μ breit, glatt, farblos. Das Mycelium ist im Apfelstamm weit verbreitet und färbt das Holz grünlich hellgelb, welche Färbung unmerklich in die des gesunden Holzes übergeht. Das vom Mycelium durchwucherte Holz ist mürbe, weich, leicht zerreiblich und schwach nach Anis riechend. Nach F. v. Thümen ist dieser Anisgeruch überhaupt eine ganz

charakteristische Eigenschaft des Hydnum Schiedermayri. v. Thümen fand denselben so intensiv, dass er in Obstbaumalleen und in Obstbaumgärten stets schon in einer Entfernung von fünfzehn Schritten und mehr mit Sicherheit anzugeben vermochte, wenn ein von dem Schädling befallener Stamm kam. Das Entstehen grosser Höhlungen am Stamm und an Aststümpfen schreiben v. Thümen u. A. seiner Wirkung zu und allem Anschein nach vermag er einen starken Baum in wenigen Jahren ganz zu tödten, wenn derselbe nicht früher schon, da er theilweise morsch wird, durch den Wind gebrochen wird. — Schröter fand den Pilz, der vielleicht mit dem bereits früher beschriebenen Hydnum luteocarneum Secretan identisch ist, auch an anderen Pirusarten ausser Pirus Malus, z. B. auf Pirus Pollveria.

Beim Apfelbaum sowohl, wie besonders häufig bei Kastanien und anderen Bäumen traf ich häufig die Stellen, an denen durch den braunen Schleimfluss Rinde und Holz zerstört war, in späteren Stadien reich besetzt mit den verschiedensten Wundparasiten (z. B. Ustulina vulgaris Tul. etc.), vergleiche auch die Beziehung des Polyporus sulfureus zu dem weissen Schleimfluss der Eichen etc. Die Schleimflüsse — sowohl die selbst pathogenen, durch Baumparasiten erzeugten (der braune und weisse), wie auch die durch Saprophyten in dem Blutungssaft unterhaltenen (vergl. Milchfluss der Hainbuchen und Birken, Moschusfluss der Linden etc.) — verdienen ganz besondere Beachtung als die Vorläufer und Vorarbeiter der Wundparasiten und ächten Baumparasiten aus höheren Pilzabtheilungen.

Sistotrema fuscoviolaceum (Schrad.) Ehrb. (Irpex fuscoviolaceum Fr.) auf Kiefernrinde. Nach N. Ziliakow keimen die Sporen auf den Bruchstellen der Zweige und das Mycel dringt von da in das gesunde Holz des Stammes ein. In der Nähe der befallenen Stellen werden die Nadeln gelb und fallen ab. Das zerstörte Holz ist brüchig, ockergelb mit weissen Flecken. Die Fruchtkörper sind lederartig, der Unterlage anliegend, nur oben meist frei abstehend in dachziegelförmigen Rasen, oben weiss oder grau, seidenhaarig, zottig, gezont. Fruchtschicht anfangs fast fleischroth, dann violett, zuletzt bräunlich. Zähne flach, bis 4 mm lang, an der Spitze eingeschnitten, reihenweise am Grunde verbunden.

Familie Agaricineen.

Einige Baumfeinde unter den Blätterpilzen.

§ 186. Pholiota (Agaricus) adiposa (Fr.) Quel. ist ein Hauptfeind der Buchen und der Weisstanne. Nach den Beobachtungen

von K. v. Tubeuf bricht er bei letzterer mit seinen oft in Masse auftretenden Büscheln von gelben grossen Fruchtkörpern aus Wunden, Rindenrissen und Spechtlöchern und besonders häufig aus den Krebsstellen des Aecidium elatinum. Wie der Ochroporus fulvus (Scop.) Schröt. bewirkt er das Brüchigwerden der Krebsstellen. Das durch ihn zersetzte Holz hat eine gelbe bis gelbbraune Färbung und ist allseitig vom Mycel durchsetzt, besonders verbreiten sich die weissen Stränge des Mycels in der Jahresringfläche, die sie inselartig zerfressen; zuletzt zerfällt das Holz in die Jahresringe, die unregelmässig zart durchbrochen erscheinen. An Buchen brechen die Fruchtkörper oft hoch am Stamm aus der sonst unverletzten Rinde wie aus Rindenrissen in Menge hervor. So fand ich den Pilz sehr häufig im Herbst 1890 in einer alten Buchenallee am fürstlichen Mausoleum bei Greiz, wo er z. B. aus einer durch Blitzschlag früher der Krone beraubten alten, historisch merkwürdigen Buche (mit einer auf das Aufhören der Linie Reuss-Untergreiz bezüglichen Rindeninschrift aus dem Jahre 1768) in doppelter Manneshöhe hervorbrach. Der Hut des Fruchtkörpers ist goldgelb, schleimig, trocken, glänzend, mit oberflächlichen, dunkleren, sparrigen Schuppen, die später abfallen, anfangs gewölbt, später ausgebreitet, 6—20 cm breit, dickfleischig. Der Stiel ist gelb, schuppig, klebrig, voll, 9—18 cm lang, 2—3 cm breit. Die breit angewachsenen Lamellen sind erst gelb, dann rothbraun, Sporen 7—8 μ lang, 5 μ breit. Der Pilz findet sich auch an frisch gefällten Stämmen und verbreitet von da aus seine Sporen. Der verwandte Pholiota squarrosa (Müller) Karsten mit dicht sparrigschuppigem Hut und Stiel und einem Ring an letzterem, anfangs blassgrünlichbraunen Lamellen, kommt gleichfalls an lebenden Laubholzstämmen vor (Pappeln, Weiden, Apfelbäumen, Kirschbäumen, Linden, Ulmen, Eichen, Wallnussbäumen, Robinien etc.), wie Pholiota destruens (Brondeau) Gillet mit wolligschuppigem, weisslichem Hut, festem, weissem, grobschuppigem Stiel, mit schuppig-häutigem Ringe, kastanienbraunen Sporen, 7—9 μ lang, 4,5—5,5 μ breit, an Pappeln; doch dürfte nur der letztere grösseren Schaden verursachen.

Hypholoma fasciculare (Huds.) Sacc., der Schwefelkopf, welcher an alten Stöcken häufig mit dem Stockschwamm verwechselt wird, wurde von mir als die Ursache des Absterbens junger Kiefern erkannt.

Der Hallimasch, Agaricus (Armillaria) melleus Fl. dan.

§ 187. Unter den grösseren Hutpilzen unserer Wälder giebt es kaum einen zweiten, der in so vielseitiger Weise das Interesse des Pilzfreundes in Anspruch nimmt, als der Hallimasch. Selbst in den schlechtesten Pilzjahren findet er sich, oft in solcher Menge, dass man ganze Wagenladungen davon für die Küche ernten könnte. Lenz sah ihn in Oesterreich in „ungeheurer Menge“ auf den Märkten feilbieten und Staude sagt von ihm, dass er in „grossen Massen“ in Koburg zu Markte kommt. Sein Geschmack wird von Einigen mit dem des Lammfleisches verglichen. Ich möchte ihn nach eigener Erfahrung gleichfalls zu den wohlschmeckenderen Pilzen rechnen und bezüglich seines Wohlgeschmackes dem Stockschwamm an die Seite stellen, dessen Zubereitungsweisen auch die gleichen wie die des Hallimaschs sind. Roh hat derselbe aber einen alaunähnlichen widerlichen Geschmack. Nicht weniger als durch seine gastronomischen Eigenschaften, erregt er unsere Aufmerksamkeit durch seine Vielgestaltigkeit sowohl in der normalen Entwicklung, als durch teratologische Formabweichungen, die selbst den bewandertsten Mykologen zu täuschen vermögen. Von keinem der grösseren Pilze ist die Entwicklungsgeschichte trotz des Formenreichthums so lückenlos bekannt und lässt sich so leicht eine künstliche Kultur von Spore zu Spore bewerkstelligen, als von ihm. Von keinem Pilze existiren Berichte aus so grauer Vorzeit, als vom Hallimasch, Berichte zwar nicht in Keilschrift, aber zurückreichend in eine Zeit, in der der Mensch wahrscheinlich noch nicht existirte. Dem Forstmann, dem Obstgärtner und Weinbauer ist er ein gefürchteter, schlimmer Geselle, der manche Ernte verdirbt, manchen lange gehegten Baum im Walde zu Grunde richtet. Manch Einem aber bereitet er Freud und Ergötzen auf nächtlichem Heimweg oder nach der Heimkehr vom Walde durch sein eigenes Licht und das Leuchten des Holzes, das er verursacht. (Zeitschr. f. Pilzfr. I, 1883.)

Der Hallimasch (Heckenpilz, Buchenpilz, Herbstschwamm, unächter Stockschwamm, honiggelber Blätterschwamm, Medusenhaupt, Ag. melleus Fl. dan., Ag. Polymyces Pers., Ag. obscurus Schäff., Ag. annularis Bull., Ag. stipitis Sow.) bildet wie andere baumzerstörende Pilze seine Fruchtkörper erst nach dem Abschlagen des Baumes, nach dessen Tod und an Wundstellen des lebenden Baumes und kommt dann vom August bis November in dichten Büscheln aus Baumstümpfen, Baumwurzeln, seltener aus Rissen lebender Baum-

stämme und aus verbautem Holze hervor. Von dem ächten Stockschwamm, Pholiota (Ag.) mutabilis, welcher ausserdem viel kleiner ist und von dem sparrigen Blätterschwamm Pholiota squarrosa mit gelbem Fleisch, mit denen er zuweilen verwechselt wird, unterscheidet er sich durch weisses Fleisch und weisse Sporen. Der centrale, volle Stiel geht in den Hut über, ist 6—20 cm lang, am Grund verdickt, faserig bis schuppig, bräunlich, gelb oder fleischfarbig und trägt einen deutlichen häutig-flockigen, weissen Ring. Der Hut ist fleischig, dünn ausgebreitet, oft etwas gebuckelt, 6—18 cm breit, am Rand gestreift, von honiggelber, gelb- oder graubrauner Färbung. Besonders charakteristisch sind an ihm die Büschelchen von anfangs gelblichen, später dunkleren bis schwärzlichen Haaren, mit denen er, oft ringförmig, am dichtesten nach der Mitte zu besetzt ist. Die Lamellen sind blass oder gelblichweiss, später röthlich gefleckt, zuletzt von den Sporen weiss bereift, mit einem Zahn am Stiel befestigt. Die Sporen sind beiderseits etwas zugespitzt, 9 μ lang, 6 μ breit.

Zu Lebzeiten der Bäume, die der Hallimasch bewohnt, werden diese nur von dem Mycel durchwuchert. Neben dem unter der Rinde und im Holze verbreiteten fädigen, weissen Mycel (dasselbe hat zuweilen knoblauchartigen Geruch), dessen Existenz sonderbarer Weise von einzelnen Forschern geleugnet wurde, tritt nicht selten ein häutiges, lappenartiges auf. Besonders charakteristisch sind aber die, zwar auch bei anderen Pilzen (Xylaria hypoxylon, Trametes pini, Agaricus ostreatus etc.) beobachteten, hier aber ganz regelmässig und üppig auftretenden, früher als Rhizomorpha beschriebenen Dauermycelien, wurzelähnliche, braun- oder schwarzberindete Stränge und Geflechte, die ihres eigenartigen Aussehens und Vorkommens wegen früher von den Botanikern bald zu den Flechten (Lichen aidaelus, L. radiciformis, Usnea radiciformis Schrank) und Algen, bald als besondere Gattung zu den Pilzen gestellt wurde. Die in der Erde in Bergwerken etc. vorkommenden wurzelartigen Dauermycelien des Hallimasch, der Xylaria etc. nannte man früher Rhizomorpha subterranea, die unter der Rinde der Bäume wuchernden breitgedrückten, vielfach anastomosirenden braunen Stränge Rh. subcorticalis. Besonders üppige Entwicklung nehmen die Dauermycelien des Hallimaschs und anderer Pilze an, wenn die von ihm befallenen Stämme zu Wasserleitungs- oder Brunnenröhren verwendet werden, es entstehen dann die den Brunnenbauern und Arbeitern bei Wasserbauten wohlbekannten Brunnenzöpfe (Rhizomorpha fontigena)

die ein dichtes, bis über armdickes Geflecht wurzelartiger, verzweigter, schwarzberindeter, innen weissflockiger Stränge darstellen, welches die Röhrenleitungen verstopft, Holzröhren zersetzt und zersprengt. In Gegenden, in welchen der Hallimasch (oder ein anderer Rhizomorphabildner) häufig ist, werden daher hölzerne Leitungen sehr oft reparaturbedürftig und wird der Brunnenzopf von den Besitzern der Wasserleitungen sehr gefürchtet. So habe ich beim Ausgraben schlechter Leitungen in Thüringen bis über 10 m lange Brunnenzöpfe aus den Röhren herausgezogen und erinnere mich noch aus meiner Knabenzeit, dass ein solch langes Exemplar am Gymnasium zu Schleusingen im botanischen Unterricht als Repräsentant der „Süsswasser-Tange“ regelmässig von Bank zu Bank wanderte. Es kommt auch zuweilen vor, dass wirkliche Wurzeln in die Röhren eindringen, die ganz ähnliche Zöpfe bilden, beim Zerreissen der Stränge vermisst man dann aber das weissfädige, lockere Mycel. Auch bei Bauten kann das Hallimaschmycel in Gemeinschaft mit dem Hausschwamm und anderen Holzzerstörern noch nachträglich Schaden anrichten.

Den Hauptschaden ruft jedoch der Hallimasch hervor in den Wäldern und an unseren Zier- und Strassenbäumen. Er ist einer der Hauptzerstörer der Kastanien, Ebereschen und anderen Strassenbäume, besonders aber der Forstkulturen. Die Nadelhölzer werden von ihm am meisten heimgesucht und werden von ihm oft ganze Forstdistrikte zerstört. Während die Sporen nur von Wundstellen aus in den Baumstamm eindringen können, vermögen die Rhizomorphen, die nach allen Richtungen hin das Erdreich durchwuchern, direkt die frische Wurzel zu inficiren und sich von hier aus weiter zu verbreiten. So wird die den Forstleuten als „Harzsticken“ und „Rindenkrebs“ bekannte Krankheit, die besonders jungen Bäumen tödtlich wird, durch die Rhizomorphen in rapider Weise verbreitet. Später verursacht das Hallimaschmycel eigenthümliche Zersetzungserscheinungen und gedeiht weiter in dem faulenden Holz als Saprophyt. In jungen Schonungen wie in haubaren Beständen werden die vom Hallimasch getödteten Fichten, Kiefern etc. rasch gelb und vertrocknen, am Wurzelstock findet sich Harzausfluss, durch den die umgebende Erde zu einer festen Masse verkittet wird. Unter der Wurzelrinde ist weisses Pilzgewebe und entspringen schwarzbraune Rhizomorphen. Solche Bäume sollten zeitig entfernt werden, da es später in älteren Beständen kaum möglich ist, durch sorgfältiges Roden der Wurzeln die Parasiten erfolgreich zu bekämpfen.

Von dem Hallimaschmycel verdorbenes Holz ist noch durch die zahlreichen Schnallenzellen und Hyphenanschwellungen des das Zerfallen bewirkenden Hallimaschmycels charakterisirt, doch kommen derartige Schnallenzellen häufig auch bei Oligoporus albus (Corda) Ludw. vor, welcher gleichfalls das Zerfallen des Holzes bewirkt. Rob. Hartig hat den Gang der Zersetzung und die Physiognomie des zersetzten Holzes in den successiven Stadien, welche für die einzelne Parasitenspecies entsprechen, näher gekennzeichnet in seinen „Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche in forstlicher, botanischer und chemischer Richtung, Berlin 1878, 157 S. u. 21 Taf.“, worauf besonders hingewiesen sei. Conwentz hat nach diesen Merkmalen das Vorkommen des Hallimaschs in den fossilen Hölzern von Carlsdorf am Zobten konstatirt, welche aus dem Tertiär stammen, und es ist nicht unmöglich, dass der Hallimasch die Ursache des Aussterbens gewisser Coniferen früherer Erdperioden gewesen ist.

Nach Millardet ist auch der gefährliche Pilz der Wurzelfäule des Weinstockes (pourridié de la vigne), wie sie im südlichen Frankreich auftritt, oft nichts Anderes als die Rhizomorpha des Hallimaschs.

Die Entwicklungsgeschichte des Hallimaschs hat zuerst Rob. Hartig (Wichtige Krankheiten der Waldbäume 1874) beobachtet, es gelang ihm, gesunde Bäume zu inficiren und krank zu machen, und er sah aus den Rhizomorphasträngen nach Aufbrechen der Rinde die Fruchtkörper hervorkommen. Von Spore zu Spore hat O. Brefeld zuerst den Hallimasch in künstlichen Nährsubstanzen kultivirt und an ihm eine Methode erprobt, die später durch erstaunlich zahlreiche, gleich glückliche Kulturen anderer Pilze zur völligen Umwälzung der Mykologie geführt hat. Die erste Entwicklung der Pilze verfolgte Brefeld an Kulturen in klaren Fruchtsäften, die weitere auf sterilisirtem und mit jenen versetztem Brot. Zur Herstellung der ersteren empfiehlt er kalte Auszüge frischgetrockneter Pflaumen etc., die vollständig klar bleiben und durch Eindampfen zu einer solchen Konzentration eingedickt werden, dass sie ohne Verderben aufbewahrt werden können. Durch Auflösen dieser Extracte in Wasser erhält man Lösungen beliebiger Stärke. Das Brot darf nicht zu locker und nicht zu dicht sein; am besten bewährte sich das gewöhnliche grobe ungesäuerte Brot. „Schnitte von etwa einem drittel Zoll sind das zusagendste Substrat;“ von der Kruste befreit, 2 Tage bei 120° getrocknet, sind sie absolut pilzfrei. Als Kulturgefässe wendet Brefeld mehr oder weniger flache Krystallisir-

schalen an, die oben glatt geschliffen sind und mit einer weit übergreifenden Glasscheibe verdeckt werden. Sie werden durch halbstündigen Aufenthalt in kochendem Wasser pilzfrei. Die Nährlösungen werden zum Ansetzen der Kulturen in einer mit Kautschukstöpsel verschlossenen Spritzflasche ausgekocht. Das Brot wird, wenn es in der Krystallisirschale liegt, so lange mit der kochend heissen Lösung bespritzt, bis es sich wie ein Schwamm vollgesogen hat (bei wenig zur Seite verschobenem Deckel). Man trägt dann die inzwischen in reiner Objektträgerkultur zu einem Mycelium entwickelte Pilzspore mit Hilfe einer flachen Nadel auf. In Pflaumensaft (in Uhrgläschen) begannen die Hallimaschsporen nach 2 Tagen zu keimen, indem die Oeltropfen im Innern verschwanden und die Sporen anschwollen. Am dritten Tage gingen daraus feine gegliederte Hyphen hervor, die sich verzweigten und zu kleinen Zwergmycelien heranwuchsen. Die Zweige schlossen sich zusammen und bekundeten ein sehr lebhaftes Wachsthumsbestreben nach einer Seite zu. Es wurden aus den Hyphenknäueln Bündel von Hyphen und schliesslich gewebeartig geschlossene Stränge. Letztere entwickelten sich erst auf dem Brot weiter und bildeten hier so reichlich Rhizomorphen, dass zuletzt das ganze Brot von einem mächtigen, vielverzweigten Rhizomorphensystem durchwachsen war. Die jungen Stränge waren anfangs weiss; erst mit dem Nachlassen des äusseren Wachsthums bedeckten sie sich mit dickem Hyphenfilz, unter dem sich eine schwarze Rindenschicht der Stränge bildete. Noch günstiger war die Entwicklung in grossen, bis über die Hälfte mit Pflaumendekokt gefüllten Krystallschalen. Es wuchsen hier Rhizomorphen, die die 8 Zoll weiten und 8 Zoll hohen Schalen bis zum Rand erfüllten (aber nur an der Oberfläche der Nährlösung entstand eine das Ganze abschliessende Rindenhaut). Brefeld zog so aus einer Spore Rhizomorphen im Gewicht von mehreren Pfunden. Nach etwa fünfmonatlicher Ruhe trieben diese Dauerrhizomorphen in den Nährlösungen lange neue Sprossen der Rhizomorpha subterranea, die, in frische Kiefernwurzeln eindringend, die Rhizomorpha subcorticalis bildeten. An der Luft dagegen trieben die Rhizomorphen nach überstandener Ruhe unmittelbar die sporentragenden Fruchtkörper. — Schneidet man beliebige Spitzen eines grossen Strangsystems ab, so hören dieselben auf zu wachsen, ihre Zellen sprossen aber von Neuem zu Mycelien aus und bilden neue Rhizomorphen. Es lässt sich so ein einziger Rhizomorphenstock beliebig durch Kultur abgeschnittener Enden vermehren. Brefeld hat auf diese Weise eine grosse Anzahl mächtiger

Stöcke gezüchtet, welche eine reiche Hallimascherute zu geben vermögen.

In Kellern, Höhlen, Kanälen, Brunnen, Schächten nehmen die aus den Rhizomorphen hervorsprossenden Fruchtkörper des Hallimaschs ähnlich wie auch der Agaricus (Lentinus) lepideus Fr. zuweilen die sonderbarsten, abenteuerlichsten Gestalten an, die wegen ihrer oberflächlichen Aehnlichkeit mit Repräsentanten anderer Pilzgattungen früher als Clavaria cornuta Retg., Ramaria ceratoides Holmsk., Helvella serpentiformis Batsch beschrieben wurden. Die unregelmässigen Höcker, Keulen, Verästelungen etc., wie sie u. A. von Hartig und Alexander Braun beschrieben worden sind, sind unmittelbar von der basidientragenden Hymenialschicht überzogen. Es kommen übrigens bei den höheren Pilzen häufig auch abnorme Gestaltungen bei oberirdischen normalen Standörtern vor, welche durch Witterungseinflüsse etc. bedingt werden, so z. B. secundäre, gestielte oder ungestielte, normale oder umgekehrte Hüte, bei Agaricineen mit Polyporuswaben etc. So habe ich 1890 einen Paxillus involutus gefunden und beschrieben, welcher das Aussehen einer Morchel hatte, aber an Stelle der weiten Waben gewöhnlicher Morcheln enge, polyporusähnliche Maschen, und fast gleichzeitig ist eine ähnliche Bildung einer anderen Agaricinee von Cortinarius scutulatus Fr. (oben mit morchelähnlichen Waben, unten mit Lamellen) in Frankreich von Boudier beobachtet und abgebildet worden. W. G. Smith bildet (Gardeners Chronicle 1882, I. p. 432) einen Paxillus involutus ab, der auf der Unterseite Löcher wie ein Boletus bildet. Von Parasiten konnte ich nichts bemerken. Patouillard und Boudier nehmen an, dass Röhrenbildungen bei Lactarius deliciosus etc. unter dem Einfluss eines Schmarotzers zu Stande kommen, wie auch bei der als Gattung Dictyoploca beschriebenen Form von Marasmius. Paxillus wird sonst von denselben Sepedoniumarten befallen wie Boletus, und soll sich nach Patouillard auch sonst der Struktur nach Boletus nähern). Aehnliche Bildungen sind Agaricus morchellaeformis De Brondeau, Stylobates morchellaeformis Fr. = Cantharellus m. Mont. Von verbreiteten Parasiten des Hallimaschs seien genannt Endomyces decipiens, welcher besonders in den Lamellen angetroffen wird und ein die Lamellen zerstörender und in Form kleiner Tröpfchen an ihnen auftretender Micrococcus Armillariae Ludw.

Die Phosphorescenz der Pilze (Eumyceten) und des Holzes.

§ 188. Das im Thierreich sehr verbreitete Vermögen, im Dunkeln zu leuchten, ist im Pflanzenreich fast nur den Pilzen eigen [1]), und zwar findet es sich, ausser bei den Spaltpilzen, am häufigsten bei den Hymenomyceten und hier wieder am häufigsten am Mycel unter gewissen Ernährungs- und Entwicklungsverhältnissen. Die ganzen Fruchtkörper leuchten bei verschiedenen, meist ausländischen Basidiomyceten. Hier ist sie zunächst beobachtet bei folgenden Arten:

Agaricus (Pleurotus, Crepidotus) olearius DC., einem Pilz, der im südlichen Europa an Stümpfen von Carpinus, Syringa, Viburnum Tinus, Quercus Ilex, Populus alba, Castanea, Ficus, Robinia und hauptsächlich an Olea europaea wächst. Micheli erwähnt diesen Pilz bereits 1735, Battarra beschreibt ihn dann 20 Jahre später als Polymyces phosphoreus. Larber und Sprengel glaubten, dass derselbe nur im Zustand der Fäulniss phosphorescire, und Decandolle, der überhaupt an einer Lichtentwicklung lebender Pflanzen zweifelte, hatte eine ähnliche Ansicht. Auch Fries und Berkeley zweifelten noch daran, dass der Agaricus phosphorescire, und schrieben das nächtliche Leuchten einem auf demselben schmarotzenden Pilze, Cladosporium umbrinum, zu. Später suchte man vergeblich nach leuchtenden Bakterien. Genaue Untersuchungen stellten erst Delile, Tulasne (Sur la phosphorescence spontanée de l'Ag. olearius DC., du Rhizomorpha subterranea Pers. et des feuilles mortes du chêne. Ann. des sc. nat. 3. Sér., T. IX., 1848, m. Abbild. d. Ag. ol.) und Fabre an. Sie zeigten, dass die Phosphorescenz von dem Ag. olearius selbst ausgeht und nur während der Wachsthumsperiode desselben anhält. Neuerdings haben z. B. U. Martelli und G. Arcangeli die Phosphorescenz dieses Pilzes untersucht. Während aber Ersterer nur die Lamellen und einen Theil des Stieles leuchtend fand, sind nach Arcangeli nicht allein

[1]) Von höheren Pflanzen ist zuweilen das Leuchten beobachtet worden, z. B. (nach Senebier) bei Arum während der intensivsten Respiration der Blüthe in reinem Sauerstoff, in Dictamnusblüthenständen (Selbstentzündung aromatischer Oele), ebenso an schwülen Sommerabenden an den Blüthenständen von Lilium bulbiferum, Tagetes, Oenothera, Helianthus, Polianthes, an dem Laubblatt von Phytolacca, dem Milchsaft von Asclepiadeen und Euphorbiaceen. Das Leuchten des Leuchtmooses, Schistostega osmundacea beruht auf Refraktion und Reflexion des Tageslichtes.

die Lamellen, sondern auch der Stiel, die Hutoberfläche und selbst das Hutinnere leuchtfähig. Die Leuchtkraft nimmt bis zur völligen Entwicklung des Fruchtkörpers allmählich zu und hierauf etwas rasch ab; Fragmente desselben leuchten noch längere Zeit.

Ag. Gardneri Berk. ist in der brasilianischen Provinz Goyaz einheimisch und bewohnt abgestorbene Palmenblätter. Gardner machte zuerst auf die Phosphorescenz desselben aufmerksam, Berkeley benannte ihn später. Nach Gardner's Bericht spielten in der Stadt Natividade die Kinder am Abend mit den leuchtenden Stücken dieses Pilzes, der nahe bei der Stadt wuchs, und wegen seines Vorkommens auf Palmblättern Flor de Coco genannt wurde. Die Exemplare, welche Gardner in sein Zimmer brachte, leuchteten so hell, dass er bei ihrem Licht lesen konnte. Zwei weitere phosphorescirende Pilze, Agaricus igneus Rumph. und Ag. noctilucens Lév. kommen auf den ostindischen Inseln, ebenfalls an alten Baumstämmen vor. Den ersteren fand Rumph auf der Insel Amboina, den letzteren Gaudichaud auf seiner Reise um die Welt im November 1836 auf der Insel Manila (Philippinen). Drummond beobachtete sodann verschiedene neuholländische Agaricineen, welche phosphorescirten, darunter einen ungemein grossen Pilz, ohne dieselben jedoch näher zu bestimmen. Berkeley hat den Agaricus lampas Berk. und Ag. Emerici Berk., letzteren von den Andamaneninseln, Baron F. v. Müller den Ag. candescens F. v. Müll. aus Australien beschrieben. Bei Agaricus (Clitocybe) illudens phosphorescirt nach G. F. Atkinson das Hymenium mit den unmittelbar angrenzenden Partieen. G. v. Lagerheim hat aus Angola den Polyporus noctilucens Lagerh. („nocte eximie phosphorescens“) als Leuchtpilz beschrieben. Schliesslich werden aus den Tropen noch Ileodictyon cerebrum und Kalchbrennera coralloides als phosphorescirend beschrieben. Sowohl v. Lagerheim wie Arcangeli u. A. vermuthen in der Phosphorescenz eine biologische Eigenschaft (Anlockung und Ausnutzung der Insekten zur Sporenverbreitung). In den später zu besprechenden Fällen (wie auch bei den Photobakterien) handelt es sich aber offenbar nur um einen physiologischen Prozess. El. Fries sagt, dass das Phänomen der Phosphorescenz noch bei vielen anderen Pilzen der heissen Zone beobachtet worden sei. Auch bei uns ist das Phänomen offenbar häufiger, als man glaubt. So erzählt Meyen, dass er in seiner Jugend an zwei Stellen eines Waldes leuchtende Pilze gesehen habe, deren Substanz noch fortleuchtete, als er sie an einen Baumstamm

strich. Nach dem Abbé Dulac leuchtete Agaricus (Gymnopus) socialis Fr. namentlich am Stiel lebhaft; Patouillard fand ein leuchtendes Exemplar von Ag. acerbus Fr., ist aber geneigt, das Leuchten Bakterien (?) zuzuschreiben, die sich neben Saccharomyces reichlich auf dem Pilze fanden.

Aristoteles führt bereits Schwämme, Fleisch und Fische als phosphorescirende Körper an (μύκης, κρέας, κεφαλοὶ ἰχθύων). Auch Plinius erwähnt (Hist. nat. XVI, 8, 13) einen in der Dunkelheit leuchtenden Baumschwamm.

Ganz regelmässig leuchten aber bei uns die Mycelien einer Reihe von Pilzen, besonders im Zustand des Rhizomorpha- oder Sclerotiumbildung oder der Auskeimung aus diesem an Reservestoffen reichen Dauerzustande, und verursachen dann auch das Leuchten frischen wie faulen Holzes, das Leuchten der Blätter, Moose, Zweige und faulenden Pilze des Waldbodens.

Von den rhizomorphabildenden Leuchtpilzen sind näher untersucht besonders der Hallimasch und der Kernpilz Xylaria Hypoxylon. Merkt man sich im Herbst Bäume und Stöcke, aus denen die Fruchtkörper des Hallimaschs hervortreten — bei der erwähnten Häufigkeit des Hallimaschs ist es leicht, solche Bäume zu finden — so kann man sich zu beliebiger Zeit phosphorescirendes Holz verschaffen; denn das von dem Hallimaschmycel befallene Holz (bei frischen Bäumen und Stöcken besonders das Wurzelholz) leuchtet nach Befeuchtung bei Luftzutritt. Noch sicherer ist es, das Leuchtholz zu finden, das seine Phosphorescenz der Xylaria Hypoxylon, einem sehr verbreiteten und zu jeder Jahreszeit auf Buchenstöcken etc. zu findenden, unten schwarzzottigen, oben weissen, öfter geweihartig verzweigten Keulenpilz verdankt. Kommt es nicht auf die Pilzspecies an, welche die Ursache der Phosphorescenz ist, so geht man den unter der morschen Rinde der Stöcke wuchernden Rhizomorphen nach und gräbt dann am besten die mycelhaltigen Wurzeln davon befallener Stöcke aus. Ich habe beide Pilze mit Rhizomorphen und weissem Mycel oft als die Urheber des Leuchtholzes beobachtet.

Ag. melleus Fl. Dan. und das von ihm in Lichtfäule versetzte Holz haben zumeist ein ruhiges, weissliches Licht mit einem Stich ins Grünliche. Sein Spektrum ist kontinuirlich und reicht von circa 45—76 der Sorby-Brown'schen Scala (D = 50, E = 72,1, C = 76,1). Von bunten (näher untersuchten Gläsern) liess das orangefarbene das Licht gut, das grüne ziemlich gut, das violette schwach,

das blaue noch schwächer durch, das rothe war undurchlässig für das Licht. Das grüne Glas dämmte das Spektrum beiderseits ein.

Xylaria Hypoxylon Pers. Nachdem schon ältere Schriftsteller und neuerdings Crié die Phosphorescenz dieses Pilzes behauptet, trug ich, um diese Angaben zu kontroliren, von verschiedenen Stellen um Greiz frisches und von dem Pilz in Fäulniss versetztes Buchenholz, beide mit den Rhizomorphen und Xylostroma desselben ein. Holz und Mycel leuchteten theils sofort, theils — wo keine Rhizomorphabildung vorhanden war, nach einigen Tagen, wenn es an feuchtem Ort aufbewahrt wurde (in der Botanisirtrommel leuchtete das Holz über 14 Tage lang). Das Licht erscheint dem blossen Auge grünlichgelb bis grünlich und geht in folgender Reihenfolge durch die genannten Gläser: orange (am besten, aber mit beträchtlicher Schwächung), grün (weniger), violett (bedeutend weniger), blau (sehr wenig). — Das Spektrum reichte von ca. 55—85 der bei Ag. melleus erwähnten Scala, ist also nach dem Blau zu verschoben gegen das Hallimaschspektrum, wie auch die gleichzeitige Beobachtung beider Spectra mittelst des Vergleichsprismas bewiesen. Im Dunkeln kann man die beiderlei Mycelen resp. davon befallenen Hölzer am Geruch unterscheiden (Hallimaschholz hat schwachen Knoblauchgeruch), auch hat Xylaria weniger intensives Licht.

Gemeinhin macht man für alle Pilzwirkungen, bei denen Rhizomorpha gebildet wird, den Hallimasch verantwortlich. Caspary hat aber bereits darauf hingewiesen, und es ist von anderer Seite bestätigt worden, dass auch Trametes Pini Fr., Polyporusarten, Pleurotus ostreatus Jacq. grössere Rhizomorphen (Rh. fragilis) bilden und Tulasne hat solche aus Polyporus cuticularis Bull. und P. alneus Pers. entstehen sehen. — Die Rhizomorpha setiformis entsteht regelmässig aus den Mycelien der Marasmiusarten, M. Rotula, M. androsaceus, M. scorodonius etc. Bei dem winterharten Ag. velutipes Curtis an Linden etc., wie bei Rhizina undulata und nach meinen eigenen Beobachtungen bei Merulius lacrymans finden sich gleichfalls rhizomorphaähnliche Bildungen. Davon haben nach meinen Beobachtungen Merulius lacr., Ag. velutipes, Marasmius scorodonius sicher kein phosphorescirendes Mycel; dagegen dürften unter den anderen Rhizomorphabildnern noch Leuchtpilze vorkommen. So erhielt ich zu einer meiner ersten Arbeiten über Phosphorescenz aus Thüringen (Forstbezirk Fischbach bei Schleusingen) frisches

Wurzelholz mit Rhizomorphen aus einer von Trametes Pini befallenen Gegend, welches intensiv leuchtete, aber von dem später untersuchten Hallimaschholz und Xylariaholz sich wesentlich unterschied. Das Spektrum fing hier erst beim Hellblau an und erstreckte sich weit in das Violette und schien nicht völlig kontinuirlich zu sein (Vgl. über die spektroskop. Unters. photogen. Pilze Ztschr. f. wiss. Mikroskopie 1884, p. 186). — Eine Untersuchung der rhizomorphabildenden Pilze ist auch in anderer Hinsicht von Interesse, weil sich dabei herausstellen dürfte, dass man dem Hallimasch bisher mancherlei Schuld beigemessen, die anderen Pilzen zukommt.

Ausser Ag. melleus, Trametes Pini (?), Agaricus melleus ist noch ein vierter Pilz bekannt, welcher Rhizomorphen bildet und dessen Mycel phosphorescirt, es ist dies der von Eidam entdeckte Urheber der Blutfäule des Eschenahorns, einer Zersetzung, bei der das Holz blutroth gefärbt wird. — Von einigen anderen Pilzen, die als Rhizomorphabildner nicht bekannt sind, nämlich Polyporus sulfurius und Heterobasidium annosum, ist gleichfalls behauptet worden, dass sie phosphoresciren, doch bedarf diese Angabe noch der Bestätigung. Crié führt als phosphorescirende Pilze noch Corticium coeruleum (Schrad.) Fr. = Auricularia phosphorea Sch., Polyporus citrinus (= caudicinus) und Xylaria polymorpha auf.

Die Phosphorescenz der Rhizomorphen hat nach A. v. Humboldt's Bericht zuerst Freyesleben 1796 in den Gruben von Freiberg beobachtet, 1822 sahen sie Derschau und Nöggerath in den Steinkohlengruben am Rhein. Nees und Bischoff und zuletzt Tulasne und Schmitz, welche auch die Rhizomorphen des Waldbodens leuchten sahen, unterwarfen das Phänomen eingehenden Untersuchungen. Das Leuchten der Rhizomorphen zeigt sich besonders an den Enden junger Triebe und an den weissen Fadenbüscheln, welche dem Hervorbrechen derselben vorangehen, seltener leuchtet auch das Innere alter Zweige. Zuweilen erscheinen diejenigen Stellen alter Stränge, an denen später junge Triebe hervorbrechen, als leuchtende Punkte, bevor von aussen irgend eine Spur von Neubildung wahrnehmbar ist.

Dass das Leuchten des faulen Holzes ebenso wie des frischen ausschliesslich durch Pilzmycelien — nicht, wie z. B. Nüesch u. A. glaubten, durch Bakterien verursacht wird, ist eine ausgemachte Sache. Seitdem man dies weiss, kann man sich aber auch beliebig viel Material zu wissenschaftlichen Untersuchungen verschaffen. Placidus Heinrich, dessen Werk über die Phos-

phorescenz der Körper (Nürnberg 1811—1820) das gründlichste ist, das über Phosphorescenz überhaupt geschrieben wurde, durchsuchte die ganze waldreiche Gegend von Regensburg nach leuchtendem faulem Holz, machte Bestellungen bei Förstern und Landleuten, ohne solches zu erhalten. Nur einmal fand er auf einer Reise durch Oberbayern zufällig einen alten, morschen Stock von Juglans phosphoresciren. Ebenso klagen die Vorgänger Heinrich's alle über Mangel an leuchtendem Holz, „mussten sparsam damit umgehen und öfters aus Abgang des nöthigen Materials ihre Versuche abbrechen."

Dass es nicht ein bei der Zersetzung des Holzes sich abspielender rein chemischer Prozess ist, der die Phosphorescenz bewirkt, beweisen auch die Reinkulturen der Phosphorescenzpilze, z. B. des Hallimaschs, die lebhaft phosphoresciren. Eine andere Frage ist es aber, ob nicht ein leuchtender Stoff in der Pilzzelle gebildet wird (vgl. die Radziszewski'schen Körper, welche bei den Photobakterien behandelt wurden), welcher aus ihr auch in das Holz diffundirt, ähnlich wie Farbstoffe bei der Grünfäule, Rothfäule des Holzes durch Peziza aeruginosa Pers., P. sanguinea Pers. etc. sich im Holz verbreiten. Die mikroskopische Untersuchung leuchtenden Holzes zeigt, dass das Leuchten zwar an den Hauptverlauf der Pilzmycelien gebunden ist, aber eine weitere, gleichmässigere Ausdehnung als letzteres hat. Nees v. Esenbeck und Bischoff fanden bei Rhizomorphen eine abgesonderte leuchtende Materie, die sich beim Reiben den Fingern mittheilte; Tulasne und Schmitz konnten dieselbe indessen nicht beobachten. Entschieden ist der Hergang daher noch nicht. Auf jeden Fall handelt es sich bei der „Lichtfäule" des Holzes in letzter Instanz um eine Verbrennung, zu welcher das Pilzplasma die Initiative giebt. Wie ich (1874) nachwies, ist die Lichtentwicklung des Holzes wie der Mycelien mit Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure verbunden, eine Wärmezunahme ist nicht nachweisbar.

Von der Meinung ausgehend, dass das Leuchten der Pilze auf die Oxydation der von Radziszewki nachgewiesenen chemischen (organischen) Verbindungen zurückzuführen sei, welche bei Rhizomorphen aber auch in anderen Dauerzuständen der Mycelien, besonders den Sclerotien, gebildet werden, sprach ich (in meiner Arbeit „Pilzwirkungen", Greiz, Osterprogramm 1882, III. Lichtfäule und die photogenen Pilze, S. 11, Anm. 3) die Vermuthung aus, dass auch Sclerotien bildende Pilze während der Sclerotienbildung und bei der Mycelbildung aus den Sclerotien im Dunkeln

leuchten dürften. Diese Vermuthung hat sich aufs Glänzendste bestätigt. Schon im September 1882 konnte ich den Sclerotienbildner Agaricus (Collybia) tuberosus (Bull.) als einen phosphorescirenden Pilz bezeichnen und die Vermuthung aussprechen, dass auch der nahe verwandte Ag. cirrhatus Pers. phosphorescirt. Letzteres konnte ich 1885 bestätigen.

Agaricus (Collybia) tuberosus Bull. entspringt einem länglichen, etwa 2—8 mm langen, 1—3 mm breiten, meist an einem Ende oder beiden Enden zugespitzten braunen, dann schwarzen, glatten Sclerotium (Scl. fungorum Pers., S. cornutum). Hut klein, 3—12 mm, meist weisslich. Stiel fadenförmig, 2—5 cm lang, hohl. Auf faulenden Blätterpilzen, besonders Russula nigricans, Lactarius piperatus etc.

Ag. (Collybia) cirrhatus Schum. mit hin und her gebogenem Stiel aus einem unregelmässig rundlichen, höckerigen, 1—3 mm breiten, aussen gelblichen, glatten Sclerotium entspringend. Besonders auf alten Fruchtkörpern von Hypholoma fasciculare Huds., dem Schwefelkopf.

Bei beiden Arten leuchten die Sclerotien an den Stellen, wo junge Fruchtkörper entspringen, und die damit zusammenhängenden Moosstücke, faulende Grashalme, Zweige, Birkenstöcke etc. sehr deutlich. Die Phosphorescenz beider Arten, die ich oft untersucht habe, ist wesentlich schwächer, als die des Hallimasch ($^1/_{17}$ bis $^1/_{20}$ desselben), der Xylaria etc., so dass es mir noch nicht gelang, das Spektrum zu untersuchen. Bei Ag. tuberosus sind die Gläser in ähnlicher Reihenfolge, wie beim Hallimasch, durchlässig, auch violett, nicht aber roth und blau. — Bei Ag. racemosus, Ag. grossus Lév. dürfte hiernach gleichfalls Phosphorescenz vorkommen. Wie mir der alte Elias Fries einst mittheilte, fand Rumph in der Flora carniolica auch Ag. (Collybia) longipes Scop. phosphorescirend. Wahrscheinlich phosphoresciren auch andere, nicht zu den Agaricineen gehörige Sclerotienbildner, wenigstens sind gerade solche Pflanzentheile, in denen Sclerotien häufiger vorkommen, leuchtend gefunden worden, wie Kohl- und Rübenstrünke, Zwiebeln etc., Blätter der Eiche etc., verfaulende Pfirsiche, Orangen u. s. w. Bei absterbenden Käfern, die leuchtend gefunden wurden, könnte man gleichfalls an Sclerotien (Cordyceps!) denken. —

Die Grenzen der Temperatur, innerhalb deren die Phosphorescenz höherer Pilze stattfindet (vgl. die Photobakterien), schwanken zwischen 0° und 50—55° C., das Optimum liegt bei 25—30°.

Wer Phosphorescenzbeobachtungen macht, mag zunächst am Abend damit beginnen, und womöglich gleich in ein dunkles Zimmer gehen. Bei Tag dürfte ihm die Geduld vergehen, wenn er Viertelstunden lang nichts sieht, als subjektive Lichtwolken und andere Nachwirkungen der überreizten Netzhaut. Auch am Abend dauert es bei empfindlichen Augen oft lange, ehe Einem lichtschwache Objekte sichtbar werden. Im Anfang gewahrt man letztere durch die Lücken der Lichtwolken hindurch nur vorübergehend, bis das Gesichtsfeld in dunkler Nacht liegt, und die phosphorescirenden Pilze gleich den Sternen am dunklen Himmel leuchten.

Familie Polyporeen.

Forstschädlinge und Holzzerstörer unter den Polyporeen.

§ 189. Unter den Polyporeen finden sich einige der Hauptfeinde unserer Laub- und Nadelwälder, deren genauere Untersuchung besonders R. Hartig zu verdanken ist. Durch ihn und seine Nachfolger sind die Zersetzungserscheinungen in einer Weise klargelegt und beschrieben worden, dass man im Stande ist, aus dem anatomischen Befund des zersetzten Holzes den Urheber der Zersetzung zu erkennen. Die meisten derselben sind in Deutschland weit verbreitet und verursachen in den Waldungen grossen Schaden, ohne dass der Forstmann, der leider vielfach gar nicht weiss, dass die Verheerungen durch Pilze verursacht werden, energisch gegen dieselben einschritte. Es wäre eine sehr nützliche Aufgabe für die Herren Oberförster, wenn sie sich Sammlungen der wichtigsten Pilzparasiten des Waldes, die wir zu diesem Zweck eingehender behandelt haben, sowie der durch sie zersetzten Hölzer und verursachten Missgestaltungen etc. zur Instruction für ihre Unterbeamten herstellten oder verschafften. Was nützen die Sammlungen in den Forstmuseen, während draussen in den Wäldern die schlimmsten Parasiten ungehindert ihr Vernichtungswerk verrichten.

Polyporus sulfureus Fr. kommt an Eichen, aber auch an Wallnussbäumen, Birken, Pappeln, Birnbäumen, Kirschbäumen etc. vor und ist die gewöhnliche Ursache der Rothfäule der Laubhölzer, deren Holz zuerst fleischrothe, dann hellrothe bis gelbbraune Farbe annimmt, durch zahlreiche radiale und tangentiale Risse, die sich mit gelblichweisser Pilzmasse erfüllen, in fast rechteckige Stücke zerfällt, die sich zwischen den Fingern zerreiben lassen; zuletzt wird der Stamm hohl. Die in den Rissen und Höhlungen auftretenden Mycelmassen sind häufig lappenartig, oder bilden nach

Hartig sogar Körper von der Grösse eines Kindeskopfes. Nach K. v. Tubeuf ist er auch ein Feind der Weisstannen. Das Mycel des P. sulfureus soll phosphoresciren. Der Pilz bildet schwefelgelbe oder röthlichgelbe, rasig vieltheilige Hutmassen verschiedener Gestalt, die dachziegelig über einander stehen und einen Durchmesser von nahezu einem Meter erreichen können. Hüte meist sitzend, zuweilen gestielt, keulenförmig etc., saftig, käseartig, innen gelblich, dann weiss. Poren klein, eben, schwefelgelb auf der Unterseite, zuweilen allseitig. Sporen eiförmig, farblos, schwach papillös, 7—8 μ lang, 4—5 μ breit. Der Pilz ist essbar. Auch der Leberpilz, Fistulina hepatica (vgl. bei Oligoporus), welcher rindfleischähnliche Massen von Metergrösse an Eichen bildet, das Holz langsam zersetzt (es behält lange seinen Zusammenhalt, wird dann tief rothbraun) und sich durch Chlamydosporenbildung auszeichnet, ist essbar. — Polyp. sulfureus ist ein Wundparasit, der z. B. um Greiz — ebenso wie Corticium comedens (?) — öfter die Eichen befällt, deren Rinde durch die Wirkung des Leuconostoc Lagerheimii Ludw. unterhöhlt und durch Alkoholgährung (Endomyces Magnusii mit Saccharomyces Ludwigii zersprengt und vernichtet worden ist. — Ein Genosse des P. sulfureus bei der Zerstörung des Eichenholzes ist der Ochroporus pseudoigniarius. Nach de Seynes kommen bei Polyporus sulfureus neben den Basidiosporen dreierlei Sporenarten vor, solche auf dem Mycelium im Holz des Baumes, solche im Inneren des Hutes, wenn dieser dick ist und wenig entwickelte Porenschicht zeigt, und (Chlamydosporen?) im Inneren ptychogasterähnlicher Bildungen.

Polyporus betulinus Bull., der Birkenlöcherschwamm, ist einer der gefährlichsten Pilzparasiten, der z. B. bei Greiz eine stattliche Birkenallee des Fürstlichen Parkes zu Grunde gerichtet hat und auch im Greizer Wald vielfach die Birken getödtet hat. Er lebt nur an Birken, und die Fruchtkörper brechen aus der todten Rinde sowohl stehender als liegender Stämme in Form einer weissen, kugligen Mycelwucherung aus Borkenrissen, Lenticellen oder Bohrlöchern von Eccoptogaster scolytus hervor. Diese bereits im August hervorbrechenden Knollen werden bei weiterem Wachsthum zu hängenden, glockenförmigen Gebilden oder zu horizontalen, kurz seitlich gestielten, epauletteartigen Körpern. Oft ist der Stiel undeutlich, stets aber der Fruchtkörper an der Basis gebuckelt. Der Hutrand ist überhängend, die Oberseite des Hutes weisslich (wie die Birkenrinde) oder matt umbrabraun, die

Unterseite wie das Innere schneeweiss. Die Porenschicht der Unterseite lässt sich wie bei Boletus leicht ablösen, ist ½—1 cm dick, mit rundlichen, scharfen Mündungen versehen. Sporen lang, gekrümmt oder bisquitförmig, etwa 1,4 μ breit, 4,6 μ lang, häufig finden sich im Hymenium auch Krystalle von oxalsaurem Kalk. — Die Wirkung des Pilzes in dem Birkengewebe hat H. Mayr ausführlich untersucht (Bot. Centrbl. XIX. 1884, S. 22 etc. T. I u. II). Mayr holte aus dem betulinuskranken Holze mittelst des Pressler-schen Zuwachsbohrers einen Holzspahn heraus und übertrug ihn in das frische Bohrloch einer gesunden Birke. Das Mycel durchwuchs von da aus das Holz der gesunden Birke nach oben und unten, und war vom 14. August bis 24. November bereits 2½ cm von der Infectionsstelle entfernt, eine intensiv braune Färbung hervorrufend, die sich etwas über das Mycel hinaus erstreckte. Beim Durchsetzen einer Wandung verdünnt sich das Mycel, so dass nur eine ganz feine Oeffnung entsteht. Zuerst tritt durch Einwirkung des Pilzes auf Zellinhalt und Zellwandung eine farblose oder schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit auf, die sich in den Tracheïden und Gefässen ansammelt, theils als Tropfen, theils wenn dieselben so gross sind wie der Querdurchmesser der Tracheïden, in Form einer in der Mitte verdünnten Scheidewand innerhalb des Organs. Sie besteht der Hauptsache nach aus Holz, Gummi und Gerbstoff, bei fortschreitender Zersetzung färbt sie sich braun und erhärtet völlig; das Gleiche geschieht in der von der Flüssigkeit getränkten Wandung. Beim Uebergang in diesen ersten Zersetzungszustand verlieren 100 Vol. des lufttrockenen Birkenholzes etwa 3,62 g Substanz, die Mittellamelle bleibt unverändert, während die Verdickungsschichten ihre inkrustirenden Substanzen verloren haben. Bei weiterem Fortschreiten der Zersetzung verschwinden die Verdickungsschichten völlig, die braune Färbung der Zellwände und einzelne Tropfen der Flüssigkeit bleiben. Die restirende Wand erweist sich chemisch als die Mittellamelle, das Holz ist aber in diesem Zustande so sehr brüchig geworden, dass es sich zwischen den Fingern zu Mehl zerreiben lässt; dem gesunden Holz gegenüber hat eine Bereicherung an Kohlenstoff und Aschenmenge, aber insgesammt ein Substanzverlust stattgefunden, so dass die Gewichtsmengen gleicher Frischvolumentheile gesunden und ganz zersetzten Holzes sich verhalten wie 10 zu 4. In diesem Zustande brechen durch die Rinde zahlreiche Fruchtträger hervor; ist die grössere Fläche eines Querdurchschnittes des Stammes so weit in der Zersetzung vorgeschritten,

so bricht derselbe durch das eigene Gewicht oder infolge eines Windstosses zusammen. — Auch im Rinden- und Basttheil durchdringt das Mycel die Wandungen nicht nur der Parenchymzellen und Siebröhren (und lebt von deren Inhalt), sondern auch der harten Sclerenchymzellen, sie in Cellulose auflösend und resorbirend. Die Rinde sucht sich durch eine vielzellige Korkschicht zu schützen. Noch mehr als in Deutschland schädigt der Pilz den Forstbetrieb in Russland, wo die Wälder in Menge alte Birkenstämme beherbergen. Die Hauptmassregel, welche sich gegen die Betulinuskrankheit ergreifen lässt, ist ein Einsammeln der Pilzfrüchte und Fällen der befallenen Stämme.

Ein zweiter Birkenschädling ist der zu den hutlosen (resupinaten) Polyporeen gehörige Polyporus laevigatus Fr. Fries beschreibt ihn folgendermassen: „Polyporus laevigatus. Weit ausgebreitet, lederartig rauh, begrenzt, aber nicht gerandet, erwachsen sich ablösend, dünn, ganz glatt, zimmetfarbig, unten mit rauher Haut bekleidet; Poren sehr klein, rund, ganzrandig; an der Rinde der Bäume, besonders der Birke.“ Nach Mayr ist der jugendliche Fruchtkörper mit deutlichem, hellbraun-filzigem Rand versehen; auf der Oberseite der dicksten Partieen (2 mm) desselben kommen kleine Flecke einer sterilen Oberfläche zur Ausbildung, aus der Verschmelzung zahlreicher Hyphen hervorgehend, schwarz und hart. Die Fruchtkörper brechen Ende November als stecknadelkopfgrosse, hellzimmetbraune Mycelmassen aus der Rinde hervor, wuchern flaschenförmig über die Rindenoberfläche weg, wobei sich mehrere zu einem gemeinsamen, bis 2 qdm grossen, 1—2 mm dicken Fruchtträger vereinigen. Mit dem Alter werden sie dunkelbraun. Die Innenfläche der Poren ist weisslich. Die Hymenialfläche wird von braunen, spatelförmigen Haaren durchsetzt, auf denen sich Krystalldrüsen oxalsauren Kalkes finden. Sporen farblos, spitz eiförmig, ca. 3,4 μ lang, 2,9 μ breit. Auch Polyporus laevigatus verursacht nach Mayr's Infectionsversuchen eine Bräunung des befallenen Holzkörpers, indem durch das Mycel Plasma, Stärke und Betulin zerstört werden. Partieenweise ist der Inhalt der Parenchymzellen etc. ganz entfernt, wodurch weisse Flecken zu Stande kommen. Es tritt in diesem ersten Stadium der Zersetzung eine Zone dicker, braungefärbter Hyphen auf, welche das erste Zersetzungsstadium von dem zweiten scheidet, in dem die braune Färbung der Zellmembranen und die Zersetzungsflüssigkeit wieder verschwunden ist. — Die Art der Wanddurchbohrung ist dieselbe, wie bei P. betulinus, die verschwin-

dende Wandung quillt aber bei Behandlung mit Chlorzinkjod nicht auf, reagirt dagegen intensiv auf Cellulose. Da die Verdickungsschichten schneller in Cellulose aufgelöst und resobirt werden, als die Mittellamelle, so muss die Innenmündung der Holztüpfel dementsprechend sich erweitern, und die Durchbohrungen der Mittellamelle müssen sich mit einem sich stets erweiternden Kreise der restirenden Verdickungsschichten umgeben. Das Mycel sucht besonders die Parenchymzellen auf und zerstört deren Wandungen, inclusive der Mittellamelle, vor allen anderen Zellen; da nun die letztgebildeten Organe der Birkenjahresringe Parenchymzellen sind, so werden die einzelnen Jahresringe völlig von einander getrennt, so dass das zersetzte Holz in lauter verschieden dicke Cylindermäntel zerfällt. An der schliesslich eintretenden Umwandlung der Mittellamelle in Cellulose betheiligt sich ein sehr feines Mycel — sonst ist das Mycel des P. laevigatus viel kräftiger und reichlicher als das des P. betulinus, das Holz wird immer heller und brüchiger, aber nicht zerreiblich. Diese Umwandlung in Cellulose geht besonders rasch in den blaugrünlichen Flecken vor sich, in der Umgebung der schwarzen Pünktchen, die sich als Anhäufungen braun gefärbten Mycels dokumentiren. Das erste Zersetzungsstadium zeigt dem gesunden Holze gegenüber einen Substanzverlust von 11,39 g pro 100 Vol.-Einh., im letzten Stadium sinkt die Masse fester Substanz in 100 Raumtheilen des absolut trockenen Holzes auf 33,70 g gegenüber 74,39 g des gesunden Holzes. P. laevigatus ruft demnach eine noch viel weitergehende Auflösung des befallenen Holzes hervor, als P. betulinus, der dabei thätige Prozess ist eine Oxydation, durch die die Holzsubstanz so sehr an Kohlenstoff verringert wird, dass sie selbst unter den normalen prozentualischen Kohlenstoffgehalt der Cellulose sinkt. Das Mycel des P. betulinus ist zart, septirt, schneeweiss, die spärliche Verzweigung erfolgt in beträchtlicher Entfernung unterhalb der Spitze mit einer bleibenden seitlichen Anschwellung, bei P. laevigatus ist das Mycel kräftig, septirt, gelbbraun, unmittelbar hinter der Spitze reichlich verzweigt.

Häufig treten P. laevigatus und P. betulinus zugleich an einem Stamm auf, jeder die Zerstörung von anderem Punkt beginnend. Da, wo beide einander treffen, bildet P. laevigatus eine bis 2 mm dicke, steinharte, dunkelbraune Scheidewand.

Beide Pilze zeigen nach Mayr einen eigenthümlichen Polymorphismus des Mycels, der mit ihren physiologischen Lei-

stungen im Zusammenhang steht. Beide sind anfänglich, und was ihre radiäre Verbreitung anlangt, auch später rein parasitisch; denn das Holz der Birke ist durchaus Splintholz, indem die parenchymatischen Zellen plasmaführend bleiben und im Winter Reservestoffe ablagern, und das aus der Spore keimende Mycel dringt in die unverletzten lebenden Zellen ein und bräunt deren Inhalt. Die Ausdehnung des Mycels der Längsaxe des Stammes parallel ist aber, weil die erste Zersetzungsflüssigkeit, die theils durch ihr Gewicht, theils durch den Wasserstrom auf- und abwärts geführt wird, ein Absterben der plasmaführenden Zellen zur Folge hat und so den Boden für das nachfolgende Mycel vorbereitet, eine vorwiegend parasitische. Dementsprechend ist z. B. bei P. laevigatus das parasitische Mycel sehr zart, während das junge, welches die gelösten Stoffe aufzehrt und die vertikale Verbreitung des Pilzes besorgt, äusserst kräftig und dicht mit Plasma gefüllt ist. Bei diesem Pilz kommt mit zunehmendem Nahrungsmangel eine dritte Mycelform vor, die aus den Aussprossungen der alten, bald zu Grunde gehenden Mycelfasern entsteht und aus sehr feinen, mit den stärksten Vergrösserungen noch kaum messbaren, dicht, filzartig die Gefässe und Tracheïden erfüllenden und die Auflösung der Zellwand beendigenden Fäden zusammengesetzt ist. In Berührung mit der atmosphärischen Luft (vielleicht durch Oxydation des Gerbstoffes) kommt schliesslich ein braunes, dickwandiges, schaumiges Füllgewebe zu Stande. Diese vierte Mycelform ist es auch, welche die steinharte Scheidewand bildet, wenn das Mycel mit dem des P. sulfurius in demselben Baumstamm auf einander trifft.

H. Mayr hält im Gegensatz zu den meisten Forstleuten die weitaus grösste Zahl der Borkenkäfer (Hylesinen und Bostrychiden) für unschuldige Verzehrer der von Pilzen getödteten, vom Pilzmycel durchwachsenen, daher sehr nahrungsreichen Pflanzengewebe, deren Zerfall sie nur beschleunigen. Auch in die Birken bohrt der grosse Stutzkäfer, Eccoptogaster Scolytus, erst, wenn sie von einem der beiden Pilze befallen sind. Letztere treiben mit besonderer Vorliebe ihre Fruchtkörper aus den Bohrlöchern dieses Käfers hervor.

§ 190. Polyporus vaporarius Fr., der Lohbeetlöcherschwamm, ist krustenartig auf flockigem Mycel am Holz angewachsen, mit grossen, ungleichen, eckigen weissen oder blassen, weichen, abwärts

gerichteten Röhrchen, 5—8 mm lang, Cystiden zerstreut stehend, zugespitzt, kurz hervorragend zwischen den 5—6 μ breiten Basidien. Sporen elliptisch, 5—6 μ lang, 3—3,5 μ breit, glatt, farblos, von scharfem, gewürzartigem Geruch. Der Pilz ruft Zersetzungserscheinungen an lebenden Kiefern und Fichten, wie auch an Bauholz hervor, welche den durch den Hausschwamm verursachten ähnlich sind. Das Holz wird dunkel rothbraun, erhält zahlreiche vertikale und horizontale Risse und zerfällt dadurch in rechtwinklige Stücke, die sich durch den Finger leicht zu Mehl verreiben lassen. Nach Conwentz zeigt auch das fossile Holz der Bernsteinbäume, welches häufig von Polyporus vaporarius befallen ist, eine roth- bis dunkelbraune Farbe und oft halbverkohltes Aussehen und wird von vertikalen und horizontalen Sprüngen durchzogen, die oft nachträglich durch Succinit ausgefüllt sind. Diese Zersetzungsart ist auch dem Merulius lacrymans und Polyporus mollis eigen, indessen stimmt das mikroskopische Bild, welches die Bernsteinhölzer zeigen, mit dem von Hartig für Polyporus vaporarius als charakteristisch angegebenen überein. Das Mycelium ist von brauner Farbe, theils dick-, theils dünnwandig, mit Querwänden versehen und wenig verzweigt. Es durchbohrt die Wand der Tracheïden, wobei sich die Stärke des Fadens vermindert, um dann später wieder bis auf den normalen Durchmesser sich zu verdicken; nicht selten schwillt auch noch die Hyphe ausserhalb der Wand birnförmig an, wodurch dann zuweilen Gebilde entstehen, welche an eine beginnende Schnallenbildung erinnern. Auf seinem Zuge quer durch den Holzkörper schreitet er auf dem kürzesten Wege fort und wählt selten die Tüpfelöffnungen, vielmehr bohrt er sich direkt durch die Wand der Tracheïden und etwaiger Parenchymzellen, welche ihm im Wege liegen. Eine bestimmte Wachsthumsrichtung scheint nicht vorzuherrschen, jedoch entwickeln sich die Hyphen, besonders in der wagerechten Ebene, tangential oder auch radial. Daher sieht man oft zahlreiche kleine, kreisrunde Löcher, welche durch die Thätigkeit des Parasiten hervorgerufen sind, während von diesem selbst oft jede Spur geschwunden ist."

Die chemische Einwirkung des Pilzes auf die Zellwand äussert sich in einer Verringerung der inneren Schichten. Bei Behandlung mit sehr verdünnter Kalilauge quellen dieselben stark, während sie sich bei etwas stärkerer Lauge völlig und bei sehr verdünntem Ammoniak zum grossen Teil auflösen. In Folge der Volumenabnahme bilden sich besonders in den Zellwänden des etwas dick-

wandigeren Sommerholzes kleine Risse, welche in ununterbrochener langer Reihe über einander stehen und gewissermassen wieder einen grösseren zusammengesetzten Vertikalspalt darstellen. In den von Polyporus vaporarius angegriffenen Hölzern ist die Schliesshaut der Hoftüpfel völlig verschwunden, auch bilden sich oft, vom inneren Rand der Tüpfelöffnung ausgehend, einzelne oder mehrer centrifugale Risse.

Nach R. Hartig findet die Infection der Kiefern und Fichten sowohl von Wurzeln zu Wurzeln durch das Mycel, wie auch oberirdisch an Windflächen, besonders an Wild-Schälwunden durch die Sporen statt.

An Bauholz ruft der Pilz die „Rothstreifigkeit“ und nachfolgende „Trockenfäule“ hervor.

Polyporus mollis Fr. Fruchtkörper mit breitem Grunde angewachsen oder mit stielartig zusammengezogenem Grunde von der Unterlage (am oberen Theile) abstehend, in dachziegeligen Rasen, faserig-fleischig, weich (nicht wässerig), von verschiedener Grösse und Gestalt, bis spannenlang, hinten dick, vorne scharf, Oberfläche runzelig, fleischroth, Röhren verlängert, Mündungen ungleich, gewunden, weiss, bei Berührung roth. Der Pilz ruft gleich dem vorigen, aber nur an Kiefern und Kiefernholz, Zersetzungen hervor, welche durch intensiven Terpentingeruch charakterisirt sind (noch nach Jahren an Sammlungsstücken wahrnehmbar). Das faule Kiefernholz enthält sehr viel dünnflüssiges Terpentin, besonders an der Grenze gegen das gesunde Holz. Wenn sich nun in Folge des Austrocknens die Risse vergrössern, so werden die Terpentintropfen fadenförmig ausgezogen und erstarren zu glasartig spröden, harten Fäden und Kugeln. Das Schwinden der Holzsubstanz kommt ebenfalls in anderer Weise zum Ausdruck, als bei P. vaporarius. „Es treten hier nämlich zahllose, parallele, schräg ansteigende Spalten auf, die in der Zellwand oft auf weite Strecken hin erkennbar sind, oft von einem Pilzloch oder Tüpfel ausgehend. Sie verlaufen fast um die halbe Wand der Tracheïden, während die durch P. vaporarius hervorgerufenen nur ganz kurz sind und in senkrechter Anhäufung über einander stehen. Conwentz fand diese Zersetzungserscheinungen gleichfalls in dem fossilen Holz der Bernsteinbäume.

Das Blauwerden des Splintholzes der Kiefer wird durch ein Pilzmycel unbekannter Zugehörigkeit (Ceratostoma piliferum) bewirkt.

Hierher gehören noch zwei Pilze, welche das todte Holz zersetzen helfen (vgl. auch Oligoporus), wenn sie auch nicht so schädlich sind, als der Hausschwamm.

P. destructor (Schrad.) Fr. „der trockene Hausschwamm" (z. Th.) in Wäldern, besonders an Kiefern. Fruchtkörper wie bei P. mollis angeheftet, wässerig, fleischig, zerbrechlich, oft weit ausgebreitet, zum grossen Theil aus Röhren bestehend, hellbräunlich oder schmutzig weisslich, innen gezont. Oberfläche runzlig, wellig. Röhren verlängert, Mündungen rundlich gezähnt oder zerschlitzt, weisslich.

P. borealis (Wahlb.) Fr. Fruchtkörper erst fleischig-schwammig, dann korkig, mit breitem Grund angewachsen, dick, am Grund oft stielartig zusammengezogen, bis 7 cm lang, 5 cm breit, 2 cm dick, innen weisslich, parallelfaserig. Oberfläche rauhhaarig, weiss, dann blassgelblich, ohne Zonen. Mündungen ungleich, verbogen, mit zerschlitztem Rand. Zwischen den Basidien zahlreiche zugespitzte Cystiden. Sporen elliptisch, 4—5 μ lang, 3 μ breit.

An lebenden Bäumen kommen auch folgende Arten von Polyporus vor, deren Einwirkungen auf den Baum aber noch der Untersuchung bedürfen:

Polyporus caudicinus (Schaeff.) Schröt. auf Eichen, Kirschbäumen, Birnbäumen, Weiden, Pappeln, Wallnüssen, wo das Mycel perennirt und alljährlich neue Fruchtkörper bildet, die im Winter zu Grunde gehen; auch an gefällten Stämmen lebt das Mycel noch lange. Die Fruchtkörper sind anfangs käsig-fleischig, lebhaft gelb und gelbsaftig, später von weissem, weichem, trockenem, leicht zerreiblichem Fleische, halbkreisförmig mit breitem Grunde ansitzend oder am Grunde stielartig verschmälert, in grösserer Menge verwachsen und fächerartig ausgebreitet. Einzelne Fruchtkörper ca. 30 cm lang, 20 cm breit, 4 cm dick, mit glatter, oft strahlig gefalteter Oberfläche, hellgelb oder orange, verblassend, zuletzt weisslich, Rohre fein, bis 4 mm lang, schwefelgelb. Sporen kurz, elliptisch, 6—7 μ lang, 4—5 μ breit. Der Pilz phosphorescirt nach Crié.

P. spumeus (Sow.) Fr. auf lebenden Apfelbäumen, besonders in den hohlen Stämmen, mit anfangs wässerigen, fleischigen, später zähfaserigen Fruchtkörpern, bis 15 cm lang, 6 cm breit, 4 cm dick, anfangs weiss. Fleisch beim Zerschneiden erst röthlich, dann violett und bräunlich, geschichtet. Oberfläche höckerig, zottig. Röhren etwa 1 cm lang, weiss, dann bräunlich. Mündungen klein, rundlich.

P. fumosus (Pers.) Fr. an lebenden Weiden und an Laubbäumen. Hüte faserig, korkig, fest, innen hell, ockerfarbig geschichtet, hinten bis 1 cm dick, nach vorn verdünnt, 5—8 cm lang, 2,5 cm dick, dachziegelig. Oberfläche fein seidenhaarig, hell ockerfarbig, Röhren weisslich mit feinen rundlichen, schimmernden, ockerfarbigen Mündungen.

P. officinalis Fr. kommt in Lärchenstämmen in der Schweiz, in Frankreich, Russland vor. Er schmeckt anfangs süss, später intensiv bitter und ist wegen des Gehaltes an harzartigen Stoffen officinell („Agaricus albus"). Er wird besonders gegen Schweisse bei Tuberkulose, äusserlich auch als blutstillendes Mittel gebraucht. Früher wurde er nur aus Aleppo bezogen, jetzt besonders aus Russland, wo er besonders um Archangel in bedeutenden Quantitäten gesammelt wird. Die Stämme der Larix sibirica, an der er wächst, sind krank, vermuthlich durch den Pilz, der zuweilen in kopfgrossen Klumpen bis 7 kg daran wächst. (Auch Polyporus suaveolens Fr. an Weiden war früher officinell, als Fungus salicis gegen Lungenschwindsucht in Gebrauch. Die Asche von Ochroporus salicinus war ein Volksmittel gegen Knieschwamm). Der hufförmige Hut des P. officinalis ist gelblichweiss, mit harter, rissiger Rinde und zarten gelblichen, dann bräunlichen Poren.

Nach dem Militärarzt Reboud in Constantine findet sich unter den Pflanzen vom Djebet Bou-Cherf bei Fedj-Mzala ein zum Färben benutzter Polyporus, der wahrscheinlich auf Pistacia atlantica wächst und von den Saharianern Seura genannt wird. Quelet erklärte ihn dem europäischen Polyporus dryadeus verwandt und nannte ihn nach dem trockenen Material Polyporus tinctorius Quel.

§ 191. Polyporus cinnamomeus Trog. an lebenden Kirschbäumen, hat holzigen, perennirenden Fruchtkörper, von Knollen- bis Hufform, bis 7 cm lang und 4—6 cm dick. Oberfläche erst fein, flaumig, gelbbraun, dann glatt mit brauner gezonter Kruste, am Rande zimmetbraun, innen weisslich. Röhren geschichtet, mit feinen, rundlichen, zimmetbraunen Mündungen. Der Pilz riecht nach frischem Mehl.

P. roseus Alb. et Schw., mit feinen, rosenrothen Röhrenmündungen der dicken, korkig-holzigen, innen rosenrothen Fruchtkörper, oben mit schwärzlichgrauem filzigem Flaum. An Stämmen der Weisstanne.

P. squamosus Huds. Nussbaumpilz, an Eichen, Wallnussbäumen, Ulmen, Linden, Ahorn, Birnbäumen, Weiden etc., tödtet nach Schröter häufig die Wallnussbäume und ist nach G. W. Smith auch den Linden und Rüstern sehr schädlich. Nach Smith bildet er auch Rhizomorphen. Die seitlich gestielten Fruchtkörper sind anfangs zähfleischig, später fast holzig. Hut halbkreisförmig oder nierenförmig, am Rande eingebogen, scharf, 10—30 cm lang, 20 cm breit, oben weisslichgelb oder ockerfarbig, mit braunen, concentrisch geordneten Schuppen. Röhren 2 cm lang, weiss, später sehr weit, eckig, oft zerschlitzt, gelblich. Stiel cylindrisch, gekrümmt, 8 cm lang, 3 cm dick, glatt, voll, oben weisslich, unten schwarz, von den Röhren oben oft netzartig bedeckt, Basidien 30—35 μ lang, 6 μ breit, viersporig, Sporen fast spindelförmig, 11—14 μ lang, 4—5 μ breit, farblos, glatt. Der junge Pilz riecht schwach fenchelartig.

P. picipes Fr. an Weiden, seltener Pappeln und anderen Laubhölzern. Fruchtkörper anfangs zähfleischig, später lederartig, hart, gestielt. Hut trichterförmig, seitenständig, 85 cm, blass bis ockerfarbig, dann kastanienbraun, lackartig glänzend. Stiel 2—7 cm lang, 1—2 cm breit, erst filzig, dann kahl, schwarz. Röhren 1—1,5 mm herablaufend; Mündungen sehr fein, rundlich, weiss, dann ockerfarbig. Sporen cylindrisch bis elliptisch, 7—8,5 μ lang, 2,5—3 μ breit, farblos, glatt.

§ 192. Ochroporus. Substanz des Fruchtkörpers braun, Sporenpulver weiss. Membran der Sporen farblos, sonst wie Polyporus.

Ochroporus Pini (Fr.) Schröt. oder Trametes Pini Fr., der Urheber der Ringkern-, Rindenschäle oder Rothfäule der Kiefern, ist in Deutschland allgemein verbreitet. Die Sporen dieses Kiefernschwammes, dessen Fruchtträger konsolenförmig an den Astlöchern hervorbrechen, gelangen an frische Astwunden grün abgebrochener Kiefernäste. Die Keimfäden dringen im Kernholz ins Innere und zerstöıen das Holz. Das Mycel dringt an nicht überwallten Aststellen hervor und erzeugt aussen die Fruchtkörper, die 50—60 Jahre lang sich vergrössern und Sporen erzeugen können. Die Fruchtkörper sind holzig, innen gelbbraun, halbkreisförmig, hinten sehr dick, vorn verschmälert, 6—12 cm lang und breit und bis 8 cm dick, oberseits concentrisch gefurcht, zottig, dann rissig, rauh, erst rostfarbig braun, später schwärzlich. Röhrchen 5—8 mm lang, Poren gross, rundlich oder oblong, anfangs gelb, dann schmutzig

ockerbraun. Zwischen den Basidien finden sich pfriemlich spitze Cystiden mit fester, dunkelbrauner Membran. Sporen kurz elliptisch, 5—6 μ lang, 3,5—4,5 μ breit. Geruch schwach, schwammig. Nach Caspari bildet das Mycel dieses Pilzes Rhizomorphen und vermuthlich phosphorescirt es auch.

Die Krankheit tritt nächst der Kiefer am häufigsten an der Lärche, seltener an Fichte und Weisstanne auf. Von dem inficirten Ast aus verbreitet sich das Mycel im Baum nach oben und unten in Form eines schmalen, rothbraunen Längsstreifens, der sich von dem frischen, weissen Kernholz sehr deutlich abhebt. Inzwischen vergrössert sich diese Stelle in peripherischer Richtung innerhalb desselben Jahresringes und bildet concentrische Zonen um den Stamm. Bei der Kiefer treten in dem tief rothbraun gefärbten Holz dann weisse Flecke und unregelmässige Löcher auf, die zumeist im Frühjahrsholz des Jahresringes bleiben und sich in der Längsaxe vergrössern. Es schwindet so die Holzsubstanz auf grössere oder kleinere Strecken und das Holz nimmt eine schwammig-poröse oder faserig-blätterige Beschaffenheit an.

Die charakteristische, durch Ochroporus Pini hervorgerufene Zersetzung des Holzes (rothbraune Färbung mit weissen Flecken und Löchern) konnte' A. Conwentz ebenso wie die des Polyporus vaporarius und P. mollis auch an dem fossilen Holz der Bernsteinbäume Ostpreussens nachweissen, und es ist wahrscheinlich, dass diese und andere Pilzparasiten des Bernsteinwaldes die Haupturheber der pathologischen Prozesse waren, welche den Bernsteinfluss der Bernsteinkiefern etc. zur Folge hatten. T. Pini kommt auch an verbautem Holz als Holzzerstörer vor.

Ochroporus fulvus (Scop.) Schröt. = Polyporus fulvus verursacht eine Weissfäule der Weisstanne, indem er das Holz derselben gelb und mürbe macht. Dasselbe zeigt auf schmutziggelbem Grunde zahlreiche feine, kurze, weisse Längsstriche. Die Fruchtkörper sind holzig-hart, ausdauernd, innen gelbbraun, halbkuglig oder knollig, sehr dick, bis 15 cm lang, breit und dick. Oberfläche erst kurz rauhaarig, gelbbraun, später grau, glatt, ungefurcht oder undeutlich concentrisch gefurcht. Röhren ohne deutliche Schichtung, 1—3 cm. Mündungen sehr eng, rundlich, anfangs grau bereift, dann zimmetbraun. Sporen farblos, rundlich.

O. igniarius (L.) Schröt. Feuerschwamm = Polyp. igniarius. Bei der Eiche und anderen Laubhölzern verursacht dieser Baumschwamm eine durch gelbliche Nuance charakterisirte Weissfäule.

Vor der Auflösung der Zellen, die von innen her beginnt, zeigt sich Cellulosereaktion. Der Pilz tritt sehr häufig an unseren Obstbäumen, namentlich Aepfel-, Pflaumen- und Kirschbäumen auf, ferner auf anderen Laubbäumen, Weiden etc. Der sehr harte Fruchtkörper ist innen rostbraun gezont, erst kuglig-knollig, dann huf- oder polsterförmig, 6—20 cm lang und breit, bis 10 cm dick. Oberfläche zuletzt kahl, mit harter grauer oder schwärzlicher, glanzloser Rinde mit concentrischen Furchen. Basidien keulig, dazwischenliegend spitze kastanienbraune Cystiden. Sporen kurz elliptisch, 5—7 μ lang, 4—5 μ breit, farblos, glatt.

O. fomentarius (L.) Schröt. Der Zunderschwamm = Polyporus fomentarius, am häufigsten an den Rothbuchen, verursacht gleich dem vorigen bei der Eiche Weissfäule. Nach Rostrup charakterisirt sich die durch ihn bei der Buche hervorgerufene Zersetzung durch die radiale und tangentiale Zerklüftung des Holzes, die äusserlich durch Furchenbildung zu erkennen ist. Die Klüfte werden von weissen Mycelhäuten erfüllt und das durch den Zunderschwamm faul gewordene Buchenholz zerspringt leicht in viereckige Stücke. Der Zunderpilz liefert den zum Feueranmachen (besonders vor Erfindung der Zündhölzer, Feuerstein und Stahl im Haushalt und zur Entzündung des Pulvers der alten „Flinten") und als blutstillendes Mittel (Ag. chirurgorum) verwendeten Zunder oder „Zunderschwamm". Der seiner Oberhaut und der Röhrchen entledigte Fruchtkörper des O. fomentarius (O. igniarius, ribis und andere Polyporeen liefern nur schlechten Zunder) wird in Scheiben geschnitten, in Töpfe mit heissem Wasser und Asche gelegt, nach einigen Wochen herausgenommen, an der Luft getrocknet, dann in Salpeterlösung gelegt und mit einem hölzernen Hammer so lange geklopft, bis er locker wird. Beim Einsammeln bedient man sich, da der Schwamm oft hoch am Baum sitzt, der Klettersporne und lässt den Grund des Schwammes zum Nachwuchs am Baum zurück. Auch zu Hause kann man den Pilz an Buchenklötzen ziehen, die den Schwamm einmal trugen. Dieselben werden bei trockenem Wetter begossen. Auch hier muss man die ganze Ansatzfläche des Schwammes am Holze lassen, damit sich daraus immer wieder neue Schwämme entwickeln. Auf dem Kamm des Thüringer Waldes, in Neustadt am Rennsteig, nährte sich früher der grösste Theil der Bevölkerung vom Schwammklopfen; jetzt ist die Schwammindustrie dort zum Theil durch die Zündholzfabrikation verdrängt worden; auch Ulm hat grosse Schwammfabriken. In den Buchenwäldern des Thüringer Waldes

ist der O. fomentarius seltener geworden, daher wird der Feuerschwamm jetzt aus den die ungarische Ebene umgebenden Wäldern, aus Süddeutschland, der Schweiz, Pommern und Schweden eingeführt. In den ärmlichen Gegenden des Böhmerwaldes werden aus dem Zunderschwamm allerlei Kleidungsstücke, wie Mützen, Hüte, Westen und dergl. hergestellt.

O. sistotremoides (Alb. et Schw.) = Polyporus Schweinizii Fries mit anfangs weichschwammigem, später filzig korkartigem, grobfaserigem, innen und aussen gelbbraunem, später rostbraunem central gestieltem Fruchtkörper. Stiel kurz, knollig, bis 6 cm. Hut kreiselförmig, 6—30 cm. Röhren 5—7 mm am Stiel herablaufend, erst schwefelgelb, dann hutfarbig. Mündungen unregelmässig weit, zerschlitzt oder in zahnartige Platten getrennt. Sporen elliptisch, 5—7 μ lang, 3—4 μ breit, farblos, glatt. Verursacht eine Rothfäule der Nadelhölzer (Pinus silvestris, P. Strobus, Larix europaea), welche der durch Heterobasidium annosum verursachten Zersetzung sehr ähnlich ist. P. Magnus hat die Wirkungen des Pilzes zuerst 1874 an einer Weymouthkiefer im Botanischen Garten beobachtet, die an ihrer Basis derartig durch das Mycel des Pilzes schwammig mürbe gemacht war, dass sie umbrach. Die Fruchtkörper traten zuerst an den dicht unter dem Boden hinlaufenden Wurzeln, ziemlich weit vom Stamme auf, später traten sie näher und näher, zuletzt an der Basis des Stammes auf. Ursprünglich central gestielt, wurden sie zunächst pleuropod und an dem Stamm selbst apod, d. h. seitlich ansitzend. Schultzer von Müggenburg beschreibt noch eine Krustenform als Polyporus coruscans. Von den Wurzeln drang das Mycel in den Holzkörper des Stammes ein und stieg bis etwa Mannshöhe empor. Der Holzbefund ist fast derselbe, wie bei Heterobasidium annosum. Der Pilz, dessen Fruchtkörper immer nur auf den Wurzeln und an der Stammbasis auftritt, ist weit verbreitet, mithin auch die durch ihn verbreitete Krankheit. Magnus traf sie um Berlin, Pontresina etc.; auch um Greiz ist die Krankheit nicht selten.

Ochroporus pseudoigniarius (Bull.) Schröt. = Polyporus dryadeus Fr. bildet bis $^2/_3$ m grosse, anfangs fleischige, rostfarbige, dann korkige, braune, dicke, polsterförmige Hüte mit dünner, weicher, rauher, dann glatter, kahler Rinde. Röhren sehr lang, zart, rundlich, weich, mit blasseren, rostfarbigen Mündungen. Die einjährigen Hüte wachsen sehr schnell; ihre Anfänge zeigen sich im Juli, sie erreichen dann im Herbst ihre bedeutende Grösse, um im

Winter zu verfaulen. An Eichenstämmen. Der Pilz ruft eine Zersetzung des Eichenholzes hervor, in Folge dessen das Holz erst braun wird, dann weissliche oder gelbliche Längsflecke zeigt, zuletzt wird das Holz in eine zimmetfarbige, filzige Masse umgewandelt, die von weissen Kanälen überallhin durchzogen wird. Zuweilen tritt der Pilz mit dem Polyporus sulfureus zugleich auf, dann ist das braune, später gelblichweisse Holz von schneeweissen Markstrahlen durchzogen.

§ 193. Wurzelfäule, Rothfäule der Nadelhölzer wird durch Heterobasidium annosum (Fr.) Bref. (Polyporus annosus Fr., Trametes radiciperda Hartig) verursacht. Wurzelfäulniss kann zwar von verschiedenen Wundparasiten bewirkt werden, so von dem Xenodochus ligniperda Willk., dem Pilz der gefürchteten und verderblichen Rothfäule der Fichte, welcher wahrscheinlich in den Entwicklungskreis eines Verwandten des Pseudohelotium granulosellum Karst. gehört (die Chlamydosporenform, welche Brefeld zu diesem Pilz in seinen Kulturen erhielt, stimmt völlig mit der Beschreibung des Xenodochus ligniperda überein, nach Hartigs Vermuthung gehörte er aber zu Sphaeria dryina Pers.) Der hauptsächlichste Urheber der Rothfäule, besonders der Fichte und Kiefer, ist aber Heterobasidium annosum. Das Mycel des Pilzes zerstört Rinde und Holz der Wurzel und führt sowohl in jungen wie besonders in älteren Beständen den Tod der Bäume herbei. So hat der Pilz z. B. bei Valenciennes in einem 50jährigen Kiefernbestand im Verlauf von 7 Jahren, auf einer Fläche von einem Radius von 70 m allein 500 Bäume getödtet. Der Pilz siedelt sich an den Wurzeln und Stöcken an, von wo aus die Holzzersetzung fortschreitet. Zuerst tritt in dem Holze schmutzig violette Färbung auf, die dann in völlig ausgebleichte Farbe übergeht und darauf schnell bräunlichgelb oder hellbraun wird. Diese Entwicklungstufen sind oft neben einander auf dem Längsschnitt des Stammes zu sehen. In dem lockeren Theil der Jahresringe treten auf dem braunen Grund weisse, oft schwarz umsäumte Flecken auf, die ganz aus Pilzgewebe bestehen. Das Holz, das feucht einem Schwamme gleicht, schrumpft beim Trocknen auf $^1/_2$—$^1/_3$ seines Volumens ein. Zuletzt schreitet die Holzzersetzung auch nach aussen fort, oft bis zur Rinde. Der Terpentinerguss, welcher hierbei stattfindet, gilt als sicheres Zeichen innerer Rothfäule. Das von Th. Hartig als Nyctomyces fuscus bezeichnete Pilzgewebe gehört nach R. Hartig in die Entwicklung

des Heterobasidium annosum. (Nach Einigen soll das Mycel des H. annosum phosphoresciren.)

Hartig glaubte, da die Fruchtkörper dicht am oder im Boden an der Wurzel sitzen, dass die Verbreitung des gefährlichen Parasiten, der oft ganze Bestände vernichtet, hauptsächlich durch das Mycelium von Wurzel zu Wurzel stattfände. Die auf dieser Voraussetzung beruhenden Vorkehrungen, der Krankheit Einhalt zu thun, haben aber nicht zum Ziel geführt. Brefeld hat nun neuerdings gezeigt, dass einmal die Gefahr der Weiterverbreitung durch die Basidiensporen eine grössere ist, als es Hartig glaubte, und zweitens hat er noch eine besondere an dem Mycel des Pilzes entspringende Conidienform, welche einigermassen an die eines Aspergillus erinnert, entdeckt, welche allem Anschein nach bei der Ausbreitung der Nadelholzrothfäule eine wichtige Rolle spielt.

Die Fruchtkörper bilden an den Wurzeln der Fichte, Kiefer, Buche etc. dünne, holzige, weisse, rundliche oder schalenförmige Krusten oder sie stehen (je nach der Stellung der Unterlage) konsolenartig über einander. Innen weiss oder holzfarbig, sind die Hüte oben — die Krusten oft am Rand — kastanien- bis umbrabraun, nach dem Rande zu heller, mit schmalen, concentrischen Zonen versehen, höckerig, runzlig, erst seidenglänzend, im Alter von glatter, kahler, schwärzlicher Kruste überzogen. Röhren geschichtet, meist bis 3, selten bis 10 mm lang. Mündungen weiss, später sehr fein, hell ockerfarbig schimmernd. Sporen elliptisch oder eiförmig, 5 μ lang, 4 μ breit, farblos, glatt.

Sehr üppige Kulturen der Conidienform entstehen aus Sporen, wie Theilen des Hymeniums bezw. Mycels auf feuchten Sägespähnen, ebenso wie auf Brot und anderen Nährsubstraten. Auch Coremiumbildungen treten nicht selten auf.

§ 194. Oligoporus. So nennt Brefeld die Polyporeen, welche neben der Polyporusform noch eine Chlamydosporenfruchtform haben.

Oligoporus albus (Corda) (O. ustilaginoides Bref. Polyp. Ptychogaster Ludwig). Die Chlamydosporenform des Pilzes wurde von Corda Ptychogaster albus genannt. Ich entdeckte den zugehörigen Polyporus, den ich Polyporus Ptychogaster benannte. — Das Mycel des Pilzes ruft von der Wurzel aus eine Zersetzung des Holzes hervor, der die Nadelbäume bald erliegen. Bäume, an deren Wurzeln oder Stammbasis die Fruchtkörper des Pilzes her-

vorbrachen, traf ich meist in 1—2 Jahren nicht mehr. Der Pilz scheint sich zunächst immer auf den Wurzeln der Bäume anzusiedeln. Auch in Gebäuden, Dielen etc. ruft der Pilz in Gesellschaft mit dem Hausschwamm u. a. noch Zersetzungen hervor. Der Pilz und die durch ihn verursachte Schädigung des Nadelholzes sind bisher wenig beachtet worden, obwohl ich ihn allenthalben, wo ich ihm meine Aufmerksamkeit schenkte, in den Nadelwaldungen, in manchen Distrikten, z. B. im Pohlitzer Revier bei Greiz, sogar sehr verbreitet traf. —

Chlamydosporenform (Ptychogaster albus Cord.): Fruchtkörper meist kuglig, ungestielt oder kaum gestielt, polsterförmig, bis 10 cm Durchmesser, 5 cm hoch, anfangs weiss, weich, später braun, oft dunkelbraun marmorirt, aussen weichstachelig, innen geschichtet. Schichten concentrisch, theils braun, theils rein weiss, theils gallertartig; später innen von Höhlungen durchsetzt. Chlamydosporen reihenweise im Verlauf von einfachen oder ästigen, spiralig gebogenen Hyphen gebildet, elliptisch oder oblong, oft etwas unregelmässig, bräunlich, ca. 6 μ lang.

Hymenialform: An einzelnen Stellen, mitunter auch an der ganzen Unterseite der Conidienfruchtkörper bilden sich Röhrchenlager. Mündung von mittlerer Grösse, eckig oder rundlich gezähnelt, weisslich. Basidien mit vier farblosen (ein weisses Pulver bildenden) Sporen. Auf Waldboden, Wurzeln, an Baumstümpfen, oft Holzsplitter u. dergl. einschliessend. — Der Pilz wurde 1837 von Corda in Böhmen entdeckt und von ihm, wie auch später von Rabenhorst zu den Schleimpilzen, von Anderen zu den Gasteromyceten etc. gestellt. Tulasne erhielt 1865 Exemplare von Otth aus der Schweiz, Rabenhorst vertheilte Exemplare aus Chemnitz, Neustadt, Coburg, Fuckel 1882 solche von Königstein und dem Mönchwald, Flörsheim gegenüber. Berkeley und Broome fanden den Pilz dann bei London, sowie in den Grafschaften Aberdeen und Nottingham, Cornu bei Fontainebleau in Frankreich. Ich fand denselben 1870 bei Hildburghausen, am Adlersberg bei Schleusingen, dann sehr häufig um Greiz und später an den verschiedensten Orten Thüringens an Fichten und (seltener) Tannen. Fries, Tulasne u. A. vermutheten in ihm theils eine Missbildung, theils eine Fruchtform eines der bekannten Polyporeen wegen des ähnlichen anatomischen Baues. Ich entdeckte 1880, dass der Ptychogaster albus die Fruchtform eines neuen Polyporus sei, dessen Röhrenfruktifikation an der

Unterseite der Ptychogasterkugeln ich dann regelmässig, aber stets im Verhältniss zu der Chlamydosporenform in spärlicher Ausbreitung antraf. Im Keller gelang es mir auch, an einem morschen Holzstock mit einem zerfallenen Ptychogasterklumpen 48 neue Ptychogasterkugeln zu ziehen. An der oberen, trockneren Seite des Holzes waren dieselben halbkuglig, an der unteren Seite — der Stock befand sich über einem Wassergefäss — hingen sie an dünnen, bis $^1/_2$ cm langen Mycelsträngen herab. Unter diesen letzteren nun befand sich ein charakteristisches Exemplar, das, nur durch einen dünnen Mycelstrang mit dem Holze in Verbindung, oben die gewöhnlichen Ptychogastersporen bildete, unten aber üppig Basidiosporen bildende Polyporusröhren produzirt hatte. — Brefeld gelang es sodann, in seinen Kulturen die Zusammengehörigkeit der Polyporusform mit dem Ptychogaster in verschiedenen weiter zu erwähnenden Fällen zu bestätigen und die Ptychogastersporen als ächte Chlamydosporen zu erweisen, die mit denen der Brandpilze in Entwicklung und Form aufs Genaueste übereinstimmen (daher nennt Brefeld den Pilz Oligoporus ustilaginoides). Er zeigte auch, dass der von mir entdeckte Polyporus eine neue Art darstellt, der Ptychogaster nicht zu einem anderen schon bekannten Polyporus gehört, dass hier die Basidienform in ähnlicher Weise zurücktritt, wie bei der Agaricineengattung Nyctalis, deren wegen der verwandten Entwicklung gleich hier anhangsweise gedacht werden möge.

Die Arten der Gattung Nyctalis stellen kleine Blätterpilze (Agaricineen) dar, welche meist auf grösseren Hutpilzen, namentlich auf alten Täublingen und Milchschwämmen (Russula, Lactarius) schmarotzen. Neben den gewöhnlichen, an den Basidien gebildeten Sporen kommen auch bei ihnen Chlamydosporen vor[1]), welche bei Nyctalis lycoperdoides (Bull.) (asterophora Fries) sternförmig, dornig (15—24 µ), bei N. parasitica (Bull.) Fr. glatt, spindelförmig (14—17 µ lang, 8 µ breit) sind. Bei Nyctalis para-

[1]) Zu Nyctalis werden noch gerechnet, ohne dass Chlamydosporen beobachtet wären: N. microphylla Cord. auf Russula nigricans, N. vopiscus Fr. an Stielen von Agaricus odorus, N. longipes Schwalb auf Paxillus involutus und anderen Pilzen, N. Rhizomorpha Fuckel in faulenden hohlen Erlenstämmen mit sehr langem, rhizomorphaartigem, weit und breit umherkriechendem Mycel. Dagegen kommt Nyctalis cryptarum mit Chlamydosporen auf nackter Erde unter Erlenwurzeln vor. Nyctalis caliginosa ist eine auf Eichen- und Buchenblättern gewachsene Nyctalis parasitica.

sitica bedecken die braunen Chlamydosporenlager die Lamellen und die ganze Unterseite des Hutes, so dass — ganz analog wie bei Oligoporus albus — ein basidienbildendes Hymenium nur ausnahmsweise zu Stande kommt. Auch bei N. lycoperdoides ist die Unterseite oft steril, häufig aber auch normal basidienbildend, während das Chlamydosporenlager die Oberseite bedeckt. Brefeld gelang es, hier den Zusammenhang durch Kultur von der Basidiospore aus nachzuweisen, und Costantin zog von der Chlamydospore aus auf sterilisirten, festen Nährböden, wie Kartoffeln, Scheiben von Möhren, Rüben, Eichen- und Buchenblättern in Reagenzgläsern mit Watteverschluss zahlreiche, sehr üppige Fruchtkörper, die sich jahrelang hielten. Auch Oidien gehören in den Entwicklungskreis der Fruchtkörper von Nyctalis. Auf den Nyctalisarten schmarotzt noch ein Ascomycet, von Tulasne als Hypomyces bezeichnet, in dessen Entwicklungskreis Tulasne und De Bary die Nyctalis-Chlamydosporen zogen. Brefeld hat diesen Nyctalisparasiten, den er Pyxidiophora Nyctalidis Bref. benannt hat, gleichfalls kultivirt. Die Fruchtkörper desselben finden sich auf den Fruchtkörpern der Nyctalis in Gestalt äusserst kleiner, flaschenförmiger, bräunlicher Perithecien eingesenkt. Die Kulturversuche Brefeld's ergaben, dass der Pilz eine Chlamydosporenform überhaupt nicht hat (und sich hierdurch schon von Hypomyces unterscheidet), wohl aber eine sehr merkwürdige Conidienform (Polyscytalum fungorum Sacc.). Die an den Mycelästen oft büschelig stehenden Conidienträger sind kegelförmig, meist gekrümmt und an der Spitze offen, bilden also gleichsam eine Büchse von brauner Farbe. Die cylindrischen, hyalinen Conidien treten aus dem Inneren der Büchse heraus und verkleben mit den Enden zu sehr langen Ketten (bis zu 80 Gliedern). (Diese Sporenbildung erinnert an die von Endoconidium temulentum, dem Urheber des Taumelroggens etc.) — Wir haben also in Nyctalis einen Blätterpilz, der selbst auf Russula nigricans, adusta etc. schmarotzt, Chlamydosporen und Oidien und Lamellen mit oder ohne Basidiosporen bildet und, auf dem weiter Pyxidiophora, ein Ascomycet einer Gruppe schmarotzt, die sonst auch Chlamydosporen bildet, hier aber ausnahmsweise keine Chlamydosporen, dagegen eine sehr merkwürdige Conidienform (Polyscytalum fungorum Sacc.) besitzt. — Doch kehren wir zu der Gattung Oligoporus zurück, die eben mit Nyctalis den Besitz von Chlamydosporen als der Hauptsporenform theilt, während diese bei den Ustilagineen und Uredineen überwiegende Sporenform sonst

bei den Hymenomyceten sehr spärlich vertreten ist (nur noch bei Fistulina hepatica ist sie häufiger).

Ausser für Oligoporus albus ist auch für Oligoporus farinosus Bref. (richtiger O. citrinus Boud., da Boudier den Pilz in der Chlamydosporenform Ptychogaster citrinus benannt hat) die Hymenialform — gleichfalls untergeordneten Vorkommens — bekannt. Dagegen ist es für andere Ptychogasterformen, wie Ptychogaster rubescens Boud., Pt. alveolatus Boud., noch nicht erwiesen, zu welchen höheren Fruchtformen sie gehören, oder ob sie diese überhaupt noch ausbilden. Hennings ist es nicht unwahrscheinlich, dass Pt. rubescens zu Hydnum diaphanum Schrad. gehört, wie Boudier vermuthet, dass sein Pt. alveolatus zu Polyp. biennis und P. rubescens zu Polyp. vaporarius gehörte. Die Ergebnisse bei O. albus und O. citrinus, welche in ihrer stets untergeordneten Hymenialform von den bekannten Arten, die in Kultur auch keine Chlamydosporen geben, sich wesentlich unterscheiden, rathen aber hier zu vorsichtigem Urtheil. — Polyporus vaporarius zog Brefeld von Spore zu Spore, ohne irgend eine andere Sporenform zu finden. — Von Ptychogaster aurantiacus Pat. an Eichen vermuthete Patouillard, dass er zu Daedalea quercina gehören könnte. — Nach De Seynes gehören zu Polyporus biennis als Fruchtformen Fibrillaria und Ceriomyces. Erstere ist eine Art Rhizomorpha, die von sporentragenden Höhlungen durchsetzt ist, Ceriomyces bildet mehr stielförmige oder gestielt-konische Gebilde, deren Inneres conidien(?)führende Hohlräume bildet. Es kann auch der Fuss der Polyporenfruktifikation die Ceriomycesform bilden und es können in den Poren an Stelle der Basidien Ceriomycesträger gebildet werden.

Der Hausschwamm (Merulius lacrymans F.), Thränenschwamm, Holzpilz, (Dry rot der Engländer und Merule pleureur der Franzosen).

§ 195. Die verheerenden Wirkungen dieses Pilzes bei der Zerstörung unserer Wohnhäuser, welche in dem letzten Vierteljahrhundert in erschreckender Weise zugenommen haben, schädigen das Nationalvermögen fortgesetzt um Millionen. In Berlin dürfte z. B. nach Hennings der zehnte Theil aller Neubauten durch Hausschwamm zu leiden haben, Gleiches gilt nach Göppert u. A. von Breslau und anderen grösseren Städten.

Die weichfleischigen Fruchtkörper des Hausschwammes sind

feucht, später häutig-lederartig, weit ausgebreitet, lappenförmig anliegend oder abstehend, oft dachziegelartige Hutrasen bildend. Das Hymenium ist goldgelb, zuletzt braun, faltig, dann gewundene und gezackte, ungleich weite, netzförmige Maschen und Röhren bildend, mit weissfilzigem, schimmelartigem Rand, thränend. Die Sporen sind elliptisch oder eiförmig, 10—11 μ lang, 5—6 μ breit, mit glatter, gelbbrauner Membran versehen. Das Mycel, welches die Zerstörungen des Bauholzes hervorruft, bildet weitverbreitete, spinnwebenartige, weisse Ueberzüge, oft aber auch derbe, weisse Lappen oder seidenglänzende, rothgelb oder violett schimmernde Häute (Himantia Link's), faustgrosse, weiche, schneeweisse Ballen, die schnell zusammensinken (in Kellern). Ich beobachtete in den Mycelhäuten ferner sehr derbe, braun berandete Rhizomorphastränge, deren Bau dem der bekannten Rhizomorphen gleicht. (Vgl. Sitzungsber. naturforsch. Freunde. Berlin 1882. S. 133.) Die Verzweigungen derselben sind in der Regel noch durch das häutige Mycel verbunden, finden sich aber, besonders in feuchten Mauern, wo sie sich weithin verbreiten, auch ohne dasselbe. Die Fruchtkörper kommen an der Luft und am Licht in Unmenge zur Ausbildung, besonders wenn die ausgerissenen Dielen und Balken bei feuchtem Wetter einige Tage an der Luft gelegen, während das Mycel gerade an luftigem Orte sich nicht weiter entwickelt. Zeigen schon die Mycelformen hier noch eine grosse Mannigfaltigkeit, so ist der Pilz auch bezüglich der Verschiedengestaltigkeit seiner Fruchtkörper ein wahrer Proteus unter den Hymenomyceten. So finden sich bald Formen mit Stacheln anstatt der Falten (die Form hydnoideus Wallr. = Sistotrema cellare Pers.), bald den Telephora- und Polyporusarten gleichgestaltete Varietäten (var. thelephoroides und polyporoides). Schulzer v. Müggenburg fand eine Form mit freien Hüten, deren Hymenialschicht nach oben gerichtet war (obverse-polyporoides), ähnlich seinem den Mesopoden nahestehenden Polyporus obversus Schulzer und dem von mir auf dem Pantherschwamm parasitisch beobachteten Polyporus agaricicola Ludw.

Die Verbreitung des Holzschwammes findet von Bau zu Bau durch Mycelien wie durch Sporen statt. Letztere werden mit grosser Energie oft meterweit fortgeschleudert und bedecken massenhaft alle Geräthe. So waren im Bildhaueratelier des Breslauer Museums alle Gypsmodelle von den Sporen des Hausschwammes nach Göppert bedeckt; die Sporen liessen sich geradezu abkehren und waren auch in der Luft der oberen Räume des Museums vor-

handen, da sie hier auf Objektträgern, die mit Glycerin bestrichen worden, mit Leichtigkeit aufgefangen werden konnten. Sie keimen auf Holz sehr bald und konnten von R. Hartig auch in Fruchtsaftgelatine mit Urinzusatz, oder Zusatz von Ammoniak, kohlensaurem Kali etc. (— Alkalien sind immer nöthig —) leicht zur Entwicklung gebracht werden. — Göppert meinte jedoch — und ihm schlossen sich andere Forscher an —, dass der Hausschwamm eine der vielen Kulturpflanzen sei, die ihren Heimathsschein verloren haben (wie auch Rhacodium cellare, das Kellertuch), bei uns nur an Bauholz vorkomme, nicht aber im Wald. Neuere Beobachtungen haben aber gerade gelehrt, dass dieser Holzverderber oft bereits mit dem Holz aus dem Walde auf die Bauplätze gelangt, sowohl in Fruchtkörpern wie in der dem unbewaffneten Auge unsichtbaren Mycelform, so dass auch auf diesen Ursprung der Hausschwammkalamität besonderes Augenmerk zu richten ist.

Ich habe im Greizer Wald die Fruchtkörper von Merulius lacrymans inmitten des Nadelwaldes an lebenden und frisch gefällten Stämmen und auch an den Stämmen der aus dem Walde kommenden Holzfuhren gefunden (vgl. Just's Bot. Jahresber. XII., 1884, S. 423, sowie meine „Pilzwirkungen", Greiz 1882), Hennings, der diese Funde nicht erwähnt, hat sodann an verschiedenen Stellen (z. B. Naturw. Wochenschr., 1889, Nr. 24) über dessen Vorkommnisse an lebenden Kiefernstämmen des Grunewaldes bei Berlin berichtet und darauf hingewiesen, dass ihn Albertini und Schweinitz 1805 als in den Wäldern der Lausitz wachsend bezeichnen. W. Krieger hat ihn bei Königstein im Königreich Sachsen und P. Magnus an Kiefernstümpfen in der sächsischen Schweiz und im Grunewald gefunden. Offenbar hat derselbe im Walde eine weite Verbreitung, bildet aber daselbst nur selten Fruchtkörper. Um so eher wird man erwarten können, dass sich sein Vorkommen immer auf bestimmte Walddistrikte beschränkt, aus denen das Holz dann eben andere Verwendung als zu Bauzwecken finden muss.

Der Hausschwamm befällt besonders Nadelhölzer, doch sind Laubhölzer keineswegs — wie man vielfach glaubt — vor ihm sicher, und sind eichene Parquetfussböden wiederholt von ihm zerstört worden. Da bei Hausverkäufen der Käufer nicht an die Verkaufsbedingungen gebunden ist, wenn er nachträglich in Erfahrung bringt, dass das Gebäude vom Hausschwamm schon befallen war, so ist es für den Richter wichtig, ob der Nach-

weis sicher geführt werden kann, dass bei der Holzzerstörung der Merulius lacrymans und nicht ein anderer Pilz der Urheber ist. Dies ist nun der Fall. Man kann selbst bei den kleinsten Holztheilchen mikroskopisch das Vorhandensein des ächten Hausschwammes nach Hartig nachweisen, wenn die Zerstörung noch im Gange ist. Die Holzfasern sind allenthalben von den zarten, dünnwandigen, 2—7 μ dicken Mycelfäden durchzogen, die an der Spitze etwas angeschwollen, dicht mit körnigem Protoplasma erfüllt sind und spärlich Querwände zeigen. Unter den letzteren finden sehr häufig, wie dies auch bei anderen Pilzmycelien vorkommt, „Schnallenbildungen“ (Ausstülpungen, welche mit der oberen Zelle Fusionen bilden) statt. Bei dem Hausschwamm sind diese Schnallenbildungen dadurch charakteristisch, dass sie zu Zweigen aussprossen. Den kräftigeren Pilzhyphen sitzen zahlreiche Krystalle von Calciumcarbonat auf.

Die durch das Hausschwamm-Mycel hervorgerufenen Zersetzungserscheinungen des Bauholzes beruhen zum Theil in der Ausscheidung von Fermenten, welche auf weite Entfernung von den Pilzfäden hin die organischen Bestandtheile des Holzes löslich machen und dem Pilz zur Ernährung liefern, zum Theil aber in der Auflösung der Aschenbestandtheile der Zellwände unter der unmittelbaren Berührung der Pilzhyphen. Von letzteren ist es besonders Kalk- und Kieselsäure, die von den Hyphen aufgenommen werden (der Kalk wird in Form von Körnchen und Krystallen wieder ausgeschieden). Von organischen Bestandtheilen des Holzes fördern besonders die Eiweissstoffe die üppige Entwicklung des Mycels, obwohl dasselbe auch bei spärlichem Eiweissgehalt auszukommen vermag. Da die Markstrahlen besonders Eiweissstoffe enthalten, sind sie es auch, die immer zuerst von den Mycelhyphen durchzogen werden. Es ist ferner das den Nadelhölzern eigenthümliche Coniferin, wie auch die Cellulose ein Hauptbestandtheil der Nahrung des Hausschwammes, während derselbe Tannin und Holzgummi nicht angreift. Obwohl von vornherein eine starke Abnahme der Zellwandung stattfindet, findet ein Schwinden des Holzes doch erst dann statt, wenn dasselbe das Wasser verloren hat. Es entstehen dann die Längs- und Querrisse im Holzkörper, welche eine Zerklüftung desselben in würfelförmige Stücke zur Folge hat. Das Holz ist anfangs gelbbraun und wird dann dunkler, lässt sich zuletzt völlig mit dem Finger zerreiben. Da die Zersetzung der Dielen nur an der unteren, nicht

mit der trockenen Luft in Berührung stehenden Seite stattfindet, so muss sich letztere krümmen, so dass sich die Dielen emporwölben, die Nägel aus den zerstörten Balken herausziehen, die einzelnen Bretter durch Fugen getrennt werden. Besonders rasch geht die Zerstörung der Unterseite vor sich, wenn die Oberseite durch Oelanstrich etc. für Luft und Feuchtigkeit undurchlässig gemacht ist. Bei solchen mit Firniss oder Oelfarbe gestrichenen Dielen treten oberseits schwarze, zerstreute Pünktchen auf, an denen man den Hausschwamm erkennt. Bei mit Leimfarbe gestrichenem Holz verräth sich derselbe dadurch, dass die Oberfläche durch das Vorstehen gelblich gefärbter Theilchen ein pelzartiges Aussehen annimmt. Aelteres Holz giebt beim Klopfen einen dumpfen Klang, giebt beim Druck nach und verliert völlig seine Tragkraft und seinen Zusammenhang.

Die Zersetzung des Holzes und die weitere Verbreitung des Hausschwammmycels wird ganz besonders gefördert durch die Hygroskopicität des zersetzten Holzes. Letzteres saugt schnell und gierig Wasser auf. Stehen einzelne Balken auf feuchtem Untergrund, so findet hierdurch ein Wassertransport in die entlegensten Theile der Gebäude statt, und da auch das Schwammmycel selbst die Fähigkeit hat, das Wasser leicht fortzuleiten und an das trockene Holz abzugeben, so werden durch den Hausschwamm auch die trockensten Räume feucht und unwohnlich, abgesehen von den stark riechenden Ausdünstungen des Pilzes und seiner durch Astlöcher hindurch an Luft und Licht sich bildenden Fruchtkörper, deren Sporen nach Köttnitz u. A. periodisch recidivirende Bindehautkatarrhe und katarrhalische Affectionen der Schläumhäute des Respirationstractus zur Folge haben sollen. Wie die Feuchtigkeit, so werden auch Nährstoffe durch das Mycel von dem Holz aus weithin transportirt, so dass die Mycelstränge sich von da aus auf weite Strecken durch Mauerwerk und Erdreich verbreiten können. Göppert fand in Gebäuden Stränge von 5—6 m Länge. Es ist daher kein Wunder, dass sich der Hausschwamm oft von den Kellerräumen aus durch das Balkenwerk bis in die oberen Stockwerke, ja in die Speicher und Dachstühle verbreitet und ganze Häuser binnen kurzer Frist ruinirt oder gar zum Einsturz bringt. Auch Schränke, Möbel zerstört derselbe und Schröter schildert, wie er zwischen die Bogen eines Herbariums drang und die Pflanzen gänzlich zerstörte.

Die Lebensbedingungen dieses Hauptzerstörers unserer

Wohnstätten, der in seinen Verheerungen noch durch einige andere Pilze unterstützt wird, sind namentlich durch Göppert, Poleck, Hartig genauer ermittelt worden. Während die Fruchtkörper an Licht und Luft zur Entwicklung kommen, entwickelt sich das Mycel nur bei hinreichender Feuchtigkeit und abgeschlossener, stagnirender Luft. Grosse Kälte tödtet das Mycel (woraus Hartig früher schloss, dass der Hausschwamm aus südlichen Ländern stammte), ebenso bringt eine Temperatur über 40 ° C. dasselbe zum Absterben. Trockener Luftzug hemmt gleichfalls schnell seine Entwicklung.

Nach Göppert und Poleck enthält der Hausschwamm 48 bis 68 % Wasser und nach dem Trocknen bei 100 ° 4,9 % Stickstoff. Es sind in ihm ferner 15,2 % Fette, meist Glyceride, mehrere Säuren, ein Bitterstoff enthalten und wurde ein Alkaloid in Spuren gefunden, das mit Phosphormolybdänsäure und Jodlösung Niederschläge giebt. Die Aschenbestandtheile wurden untersucht 1. an Pilzmycel, das sich an der Lichtseite eines zerstörten Thürfutters fand und bereits zerstreute Sporangien enthielt, 2. an einem grossen, ausgebildeten Sporenlager und 3. an faserigem Pilzmycel von der unteren Seite desselben Holzstückes. Nr. 1 gab 8,32 % Asche, die 79,4 % in Wasser lösliche Salze, fast ausschliesslich Kaliumsalze enthielt, darunter 45,6 % Kaliumphosphat, 9,3 % Chlorkalium, 17,8 % Kaliumsulfat, 1,6 % Kaliumcarbonat und Natrium kaum 1 %. Die unlöslichen Salze bestanden aus Calcium- (6,7 %) und Eisenphosphat (7,9 %). — Nr. 2 gab 9,66 % reine Asche mit 88,6 % in Wasser löslichen Bestandtheilen, darunter 5,7 % Kaliumsulfat, 3,3 % Chlorkalium, 74,7 % Kaliumphosphat, im unlöslichen Theil Kieselsäure und Eisenoxyd und Spuren von Calciumcarbonat. Nr. 3 gab dagegen 6,33 % Asche, von der sich nur 17,4 % lösten und neben 10,5 % Kaliumsulfat nur 4,5 % Kaliumphosphat enthielten, während in dem unlöslichen Rückstand sich neben 24,2 % Calciumphosphat 50,3 % Eisenphosphat neben sehr geringen Mengen Calciumcarbonat und 3,5 % Kieselsäure befanden. Während also in dem sterilen Mycel fast ausschliesslich unlösliche Phosphate aufgespeichert sind, die in den Fruchtkörpern fehlen, treten in letzteren enorme Quantitäten von Kaliumphosphaten auf. Im Kaliumgehalt übertrifft der fruktifizirende Hausschwamm fast alle anderen Pilze, während z. B. die Morcheln und das Mutterkorn höheren Phosphorsäuregehalt haben. — Ein Vergleich des Gehaltes des Coniferenholzes an Stickstoff, Fett und anderen kohlenstoffreichen Ver-

bindungen, sowie an Phosphor und Kalium zeigt, dass das Holz an diesen Stoffen verhältnissmässig sehr arm ist, dass der Pilz daher zu seiner Ernährung verhältnissmässig grosser Mengen von Holzsubstanz bedarf.

Als Vorbeugungsmittel gegen den Hausschwamm, der infolge des raschen Bauens und des raschen, dichten Beziehens der Wohnungen in den letzten 25 Jahren in so erschreckender Weise überhand genommen, ergeben sich folgende (hauptsächlich nach R. Hartig):

1. Das Bauholz muss aus meruliusfreien Walddistrikten stammen. Kommt in einer Stadt häufiger in Neubauten der Hausschwamm vor, so wird man gut thun, sich zu erkundigen, von welchem Baumeister die betreffenden Gebäude erbaut sind und woher dieser das Holz bezieht, und dann eine andere Bezugsquelle zu wählen, die gleiche, welcher die Hölzer schwammfreier Neubauten entstammen.

2. Das Holzmaterial muss möglichst trocken sein und darf bei Holzlieferungen nicht der Mindestbietende Berücksichtigung finden. Bei der Verwendung frisch verarbeiteten Holzes bringt man mit jedem Kubikmeter Holz etwa 40 Liter Wasser in das Gebäude.

3. Es darf nie nasses Füllmaterial verwendet werden, wie auch für Entwässerung und möglichste Trockenlegung des Baugrundes zu sorgen ist. Die Grundmauer ist durch Einschiebung von Isolirschichten, z. B. Asphaltpappe u. dergl. vom Gebäude zu trennen.

4. Wo keine Unterkellerung stattfindet, ist für eine gute Unterfüllung der Parterrefussböden zu sorgen. Am besten ist gut getrockneter, grober Flusskies, auch zerschlagene Ziegelsteine, wenn sie nicht aus einem vom Schwamm befallenen Gebäude stammen, sind brauchbar. Dagegen sind Coaks, Steinkohlenasche, Kohlengries, Lehm, Sand, Gartenerde als Unterfüllung durchaus zu vermeiden wegen ihres Gehaltes an kohlensaurem Kali (Coaks und Asche) und wegen ihrer grossen Wasserkapazität.

5. Durch Anlegung von Luftzugskanälen unter den Fussböden wird nicht allein für Trockenhaltung der Füllmasse gesorgt, sondern auch die Entwicklung des Schwammmycels gehemmt.

6. Ueberhaupt ist für Durchlüftung des Baues Sorge zu tragen. Das Streichen der Fussböden mit Oelfarbe muss möglichst hinausgeschoben werden, in den Parterreräumlichkeiten unterbleibt das-

selbe am besten ganz, wie auch eine Bedeckung des Fussbodens mit undurchlässigen Teppichen und Läufern, z. B. aus Linoleum etc. zu vermeiden ist. Theeren feuchten Holzes etc. muss unterbleiben.

7. Der Rohbau muss genügend lange Zeit zum Austrocknen stehen. Wird das Balkenwerk zu früh beworfen und übertüncht und werden die Innenwände zu bald mit Tapeten oder gar mit Firniss und Oelfarbe überzogen, so dringt das bei der Kohlensäurebindung aus dem Kalkmörtel chemisch frei werdende Wasser in das Holzwerk ein. In den Parterreräumlichkeiten ist eine freie (bemalte) Kalkwand überhaupt das Beste. In der Tapete siedeln sich, wenn die Klebmasse nicht desinficirt ist, allerlei gesundheitsschädliche Pilze (Diphtheriebacillen, Aspergillus etc.) an.

8. Die Tischlerarbeiten dürfen nicht eher ausgeführt werden, bis der Putz trocken ist.

9. Bei Verwendung von Kalk und Sandstein sind alle rückseitigen Steinflächen, namentlich die der Sockel und Sohlbänke eines Hauses mit Asphalt zu überziehen.

10. Die Fussböden dürfen nicht bis an die Aussenmauern reichen, sondern etwa 2 cm davon abstehen. An Stelle der niedrigen Scheuerleisten sind Schutzleisten von Cement zu ziehen. Anstatt der sogen. Mauerpfröpfe, von denen die Mauerfeuchtigkeit leicht in das Holzwerk eindringt, um hier die Schwammentwicklung zu fördern, sind bei der Ausführung von Lambris (Scheuerleisten) schmiedeeiserne Dübel oder dergl. anzuwenden.

11. Regelmässige Lüftung, Reinlichkeit und Vermeidung von zu häufigen Benetzungen (in Bade- und Waschräumen) ist in den Parterreräumlichkeiten eine Hauptbedingung.

12. Da der Urin die Entwicklung des Hausschwamms ganz besonders fördert, sind die Aborte so einzurichten, dass im Falle einer Verunreinigung der Urin sich nicht den Nachbarräumen mittheilen kann. „Jede Verunreinigung eines Neubaues durch die Bauleute sollte im Betretungsfalle mit Entlassung geahndet werden.“

13. Zur Vermeidung der Einschleppung der Hausschwammsporen ist es nöthig, dass die Arbeiter, die mit Hausschwammreparaturen zu thun haben, ihr Handwerkszeug vor weiterem Gebrauch sorgfältig abwaschen und reinigen. Auch Kleidungsstücke, besonders das Schuhwerk, sind aufs Peinlichste zu säubern und erstere sollten womöglich in den Räumen, in welchen wegen des

Hausschwamms Reparaturen vorgenommen werden, überhaupt nicht aufgehängt werden etc.

14. Der Bauschutt und das Holzwerk aus alten Häusern sind nur dann wieder zu verwenden, wenn in den letzteren im Lauf der letzten 10 Jahre der Hausschwamm nicht aufgetreten ist.

15. Bei Hausschwammreparaturen sollte das alte Holz möglichst sofort im nächsten Ofen oder auf einem benachbarten freien Platz, wenn dies angeht, verbrannt, nicht aber armen Leuten überlassen werden oder ohne Desinfection liegen bleiben, da sonst leicht Verschleppungen vorkommen. Ich fand an den Dielen aus einem schwammkranken Hause, die bei feuchtem Wetter einige Tage im Freien gelegen hatten, in Unmenge die Fruchtkörper des Merulius lacrymans in ungewendeten Lappen und etagenweise über einander stehenden Hüten. Auch einige Genossen des Hausschwamms hatten nun üppige Fruchtkörper entwickelt. So waren einige Dielen völlig von der Coniophora cerebella (Corticium puteanum) und von Polyporus vaporarius bedeckt. An den Dielen aus einer Zimmerecke fanden sich Oligoporus albus und Polyporus destructor.

Zur Vertilgung des einmal vorhandenen Hausschwamms sind viele besondere Mittel angepriesen worden, die aber zumeist wenig Nutzen haben, so z. B. das Mykothanaton (Eisenoxyd, Thonerde, Kupferoxyd, Magnesia, Schwefel- und Salzsäure, Glaubersalz, Kochsalz, Quecksilbersublimat etc.), das Antimerulion (Wasserglas, Borsäure, Kochsalz). Auch Kochsalzlösung wie Imprägnirung mit Steinkohlentheer sind nach Hartig ohne Erfolg, während das Creosotöl sowie das Carbolineum nachhaltigen Einfluss auf die Schwammentwicklung ausüben. Auch gewöhnliches Petroleum ist ein gutes Mittel, das tief in das Holz eindringt und das Mycel zerstört. Hat sich der Schwamm aber einmal eingenistet, so ist eine gründliche Reparatur nach den oben angedeuteten Grundsätzen, besonders eine gute Durchlüftung das allein sichere Mittel zur Beseitigung des Uebels. Nach Sorokin soll die Zugluft sogar den Hausschwamm nach 24 Stunden beseitigen.

Feinde und Bewohner des Weinstocks unter den Hymenomyceten.

§ 196. Saccardo führt in Syll. Bd. VI (nach V. Mancini) folgende Weinstockbewohner an:

Lepiota Schulzeri Kalchbr., L. nyctophila Ell., Armillaria mellea Vahl., Collybia homotricha Berk., Mycena Bresadolae Schulz.,

M. hiemalis Osb., Pleurotus Craterellus Dur. et Lév., Marasmius calopus (Pers.) Fr., M. candidus (Bolt.) Fr., M. epiphyllus Fr., M. viticola B. et C., Xerotus viticola B. et Br., Lenzites atropurpureus Sacc., Claudopus proteus Kalchbr., Coprinus cunctabundus Mont., C. Patouillardii Quél.

Polyporus venetus Sacc., Polystictus Fibula Fr., Poria papyracea (Schwein.) Fr., P. barbaeformis B. et C., P. viticola Schw., Merulius Coreum Fr., Hydnum viticolum Schw., Irpex viticola C. et Pk., Odontia Pruni Lasch f. vitis, Mucronella viticola Pass. et Beltr., Stereum cristatum B. et C., St. Leveilleanum B. et C., Corticium lactescens Berk., C. hypopyrrhinum B. et C., C. crociceras B. et C., C. viticolum (Schw.) Fr., C. albidocarneum (Schw.) Rav., C. calceum Fr., C. armeniacum Sacc., Coniophora puteana (Schum.) Fr., Cyphella alboviolascens (Alb. et Schw.) Karst., C. farinacea Kalchbr., C. cinereofusca (Schw.) Sacc., C. villosa (Pers.) Karst., Pistillaria bellunensis Speg., Auricularia mesenterica (Diks.) Pers., Dacryomyces viticola Schw., Ditiola sulcata (Tod.) Fr. [Von Hyphomyceten werden 62 Weinstockbewohner aufgeführt.]

Speisepilze und Giftpilze.

Die Champignons und ihre Kultur.

§ 197. Die Champignons sind unter den essbaren Agaricineen die wichtigsten, sowohl wegen ihrer allgemeinen Verbreitung — sie kommen auf Wiesen, Feldern, in Gärten und Wäldern von ganz Europa, Asien, in Nordafrika und Nordamerika vor — als auch wegen ihrer nationalökonomischen Bedeutung — sie sind die wohlschmeckendsten Blätterpilze, und als solche von Alters her bekannt und liefern, da sie im Grossen kultivirt werden, einen wichtigen Handelsartikel. Achtet man beim Einsammeln für die Küche auf folgende Merkmale, so kann man die Champignons nicht leicht mit anderen ihnen, besonders in der Jugend, ähnlichen Blätterpilzen (dem sehr giftigen Knollenblätterpilz Agaricus [Amanita] phalloides, dem gleichfalls sehr giftigen Fliegenschwamm etc.) verwechseln.

Hut und Strunk haben ein weisses, zuweilen röthlich oder bräunlich anlaufendes Fleisch von angenehmem, obstartigem Geruch und (fast nussartigem) Gaschmack. (Der Knollenblätterpilz riecht nach rohen Kartoffeln, der junge Fliegenschwamm zeigt unter der weissen Oberhaut eine gelblich-röthliche Schicht.) Der Strunk hat einen Ring, keine Hülle; die Lamellen berühren denselben kaum

mit der Spitze, oder gar nicht, sind anfangs weiss, dann rosa, endlich (von den purpurschwarzen Sporen) schwärzlichbraun; die Farbe des Hutes ist weiss, bräunlich, gelblich. Der Hut ist nicht schmierig. Am meisten achte man auf das weisse Fleisch, den weissen Stamm mit weissem Ring, das Rosenroth der Plättchen und den aromatischen Geruch (nicht Kartoffelgeruch; Trattinick sagt: Er riecht wie Weizenmehl und weisse Rosen). In der ersten Jugend ist der Hut fast kugelförmig; dann achte man ganz besonders auf den Geruch und auf das gleichmässige Weiss im Durchschnitt.

Der beste unserer Speiseschwämme ist der ächte Champignon, Agaricus (Psalliota) campestris L. Hut fleischig, erst kuglig, dann flach gewölbt, seidenhaarig, flockig oder kleinschuppig, weiss, 6—14 cm breit mit röthlichem Fleisch. Stiel voll, glatt, weiss, mit etwas zerschlitztem, häutigem Ring, 6—8 cm hoch, 1—2 cm dick, fast gleich dick oder schwach knollig. Lamellen frei, bauchig, etwas zerfliessend, Fleisch rothbraun, Sporen rundlich elliptisch, 9 μ lang, 6 μ breit. Von den zahlreichen Formen können als Varietäten unterschieden werden (nach Winter):

Var. silvicola Vitt., ächter Waldchampignon. Hut glatt, glänzend, weiss. Stiel voll verlängert, schwach knollig, mit einfachem Ringe; Fleisch fast unveränderlich. Lamellen weisslich, später bräunlich. In Wäldern.

Var. praticola Vitt., ächter Wiesenchampignon. Hut roth, schuppig, bald mit röthlich werdendem Fleische. Auf Weiden und Triften.

Var. vaporaria, Lohchampignon. Hut später gelblich, faserig, schuppig; Lamellen rauchig fleischfarben. Ring breit, hängend, ungetheilt. In Lohbeeten und humoser Erde.

Ausser dem ächten Champignon werden noch folgende Champignons als Arten unterschieden, sind aber weniger geschätzt:

Der Acker- oder Schafchampignon, Ag. (Ps.) arvensis Schäff. Hut anfangs kegelglockenförmig, flockig, mehlig, dann ausgebreitet, glatt oder rissig, mit weissem, unveränderlichem Fleisch, 10—50 cm breit, weiss, gelbflockig. Stiel derb, 5—14 cm lang, 2—6 cm dick, hohl, aber mit flockigem Mark. Ring hängend, breit, doppelt, der äussere strahlig zerschlitzt. Lamellen frei, vorn breiter, anfangs weiss-röthlich, dann braun, nicht zerfliessend. Sporen wie bei Ag. camp. Auf Wiesen und Weiden. Besonders durch die anfangs weisslichen Lamellen und den gelbfleckigen Hut unterschieden.

Der Wiesenchampignon, Ag. (Ps.) pratensis. Hut fleischig, anfangs eiförmig, dann ausgebreitet, glatt oder kleinschuppig, weisslich-aschgrau. Stiel voll mit verdickter Basis, nackt. Ring einfach, vergänglich. Lamellen frei, schmal, scharf, nach hinten abgerundet, aschgrau, später braun. Auf Wiesen und in Laubwäldern.

Der Waldchampignon, Ag. (Ps.) silvaticus Schäff. Hut dünnfleischig, anfangs glockenförmig, dann ausgebreitet, höckerig, faserig und braunschuppig, später nackt mit oft rissig eingeschnittenem Rande, braun bis 8 cm breit. Stiel hohl, gleich dick, 8 und mehr Centimeter lang, 1 ¼ cm dick, weisslich mit einfachem getrenntem Ringe. Lamellen frei, gedrängt, nach beiden Enden hin gleichmässig verschmälert, dünn, trocken, anfangs röthlich, dann bräunlich. Sporen elliptisch 6—7 μ lang, 4 μ breit. In Wäldern.

Bei A. haemorrhoidalis Kalchbr. wird Stiel und Hut bei Berührung blutfleckig. A. cretaceus Fr. hat fleischigen, 7—8 cm grossen, weissen, in der Mitte bräunlichen Hut. Der Stiel ist hohl, 9 cm hoch, glatt. Von Ag. campestris durch den kleinschuppigen Hut und den ganzen Habitus unterschieden.

Die Verwendung der Champignons wie der Speisepilze überhaupt als Nahrungs- und Genussmittel ist in Europa bereits den Alten bekannt gewesen. Besonders stellten die Römer die Pilze hoch. Sueton erzählt, dass der Kaiser Tiberius dem Asellus Sabinus eine Summe von (nach unserem Geld) 30 000 Mark zahlte für einen Dialog, in dem der Kaiserschwamm (Agaricus caesareus), die Pekkafige (Ficedula), die Auster und Drossel um den Vorrang stritten, und Martial sagt, Silber, Gold und Kleider könne der Gourmand wohl entbehren, aber Schwämme nimmermehr, und berichtet, dass die Pilze mit Messern aus Silber und Gold oder Bernstein behandelt und in eigens dazu bestimmten Gefässen (Coletaria) zugerichtet worden sind. Horaz gedenkt in einer Satire des Champignons (Pratajolo oder pratolino des Italieners) als einer leckeren Speise, und andere römische Schriftsteller sind voll seines Lobes. Freilich nennt die Geschichte auch viele Personen, die diese Liebhaberei mit dem Tode büssen mussten; so wurde der Kaiser Tiberius Claudius Drusus Nero von seiner Gemahlin Agrippina durch ein solches Gericht vergiftet. Das Weib und die drei Kinder des Euripides starben an giftigen Schwämmen an einem Tage. Plinius erwähnt einer ganzen Familie, auch Seneca's innigsten Freundes, des Präfekten der Garden Nero's, Annaeus Serenus, der

nebst mehreren Tribunen und Centurionen durch ein Schwammgericht den Tod fand. — Auch Papst Clemens VII., König Karl VI., die Wittwe des Czar Alexis starben ebenfalls in Folge des Genusses giftiger Pilze. — Von den alten Römern scheinen die Völker lateinischer Abkunft besonders die Vorliebe für die Schwämme ererbt zu haben, während in Deutschland das Volk sehr vorsichtig und beinahe ängstlich an die Schwämme herangeht und in manchen schwammreichen Gegenden dieselben auch heute noch ganz meidet. Die Champignons sind neben den Trüffeln und Morcheln (und Steinpilzen) heutzutage für jede feinere Küche unentbehrlich und kommen daher in grossen Mengen frisch, getrocknet, in Butter, Essig eingemacht als Champignonessenz etc. zum Verkauf. Es seien hier von den zahlreichen Verwendungen und Zubereitungsarten, die in jedem Kochbuch zu finden sind, nur kurz einige Zubereitungsweisen erwähnt (nach J. Roques, Histoire des champignons etc.):

1. Champignon-Fricassée: Die Pilze werden mit Butter gedünstet, dann nach Zusatz von Mehl, Pfeffer, Salz und Petersilie in kräftiger Fleischbrühe gekocht, zuletzt mit Eidotter und etwas Essig versetzt.

2. Champignonbrühe: Zur Herstellung der braunen Champignonbrühe werden die in Scheiben geschnittenen Pilze in gebräunter Butter gedämpft, dann herausgenommen, mit Citronensaft beträufelt. Dann lässt man dieselben mit einem Löffel Mehl in der Butter braun schwitzen, füllt diese mit brauner, durch Pfeffer und Muskatnuss gewürzter Fleischbrühe auf und lässt dann die Pilze noch einmal aufkochen. Zur Herstellung der weissen Champignonbrühe benutzt man eine weisse, aus Kalbfleischwürfeln, rohem Schinken, Wurzelwerk gewonnene, mit einem Glas Weisswein verkochte Kraftbrühe. Man lässt hierin die in etwas Butter und Citronensaft weich gedämpften Champignons kurz anziehen und bringt dann noch einige Eidotter zur Brühe.

3. Champignonsuppe: Zwei Esslöffel voll Mehl werden in 125 g Butter hellbraun geröstet und mit zwei Liter Fleischbrühe eine Stunde lang verkocht. Es werden sodann 1/2 Liter geputzte und geschnittene Champignons mit Butter, Citronensaft und Fleischbrühe weich gedünstet und mit ihrem Saft in die mit vier Eidottern verrührte Suppe geschüttet, der noch geröstete Semmelwürfel beigegeben werden.

4. Gefüllte Champignons: Von grossen unzerschnittenen, in Bouillon aufgekochten Champignons werden die Stiele heraus-

genommen und nachdem sie völlig weichgekocht, feingehackt mit gehacktem Kalbsbraten, Schinken, Butter, Salz, Pfeffer, Petersilie gemischt. Die Masse wird dann in die Champignonhüte gefüllt, in Ei und geriebener Semmel gewendet und in Butter hellbraun gebacken. Oder man füllt grössere Pilze mit Sahne und Brot als sogen. Champignonbrot (aus gestossenem Zwieback, Zucker, Sahne mit Champignons wird auch die Champignontorte gebacken). Auch grosse Champignonköpfe mit feiner Fleischfarce gefüllt sind neuerdings beliebt.

5. Champignons nach Provençaler Art: Frische, noch geschlossene Champignons werden geputzt, halbirt, in kaltem Wasser gewaschen, wieder getrocknet und 1—2 Stunden mit Oel, Salz, Pfeffer und etwas Knoblauch marinirt, dann in einer Kasserole über lebhaftem Feuer in dem Oel gedämpft. Es wird dann geschnittene Petersilie dazu gethan und Citronensaft darauf geträufelt und das Ganze mit Semmelcrotons verziert.

6. Champignons nach dem Marquis de Cussy zubereitet: Frische, derbfleischige Champignons werden mit schwarzen Trüffeln zusammen in dünne Scheiben geschnitten und mit etwas kleingeschnittenem Knoblauch in Butter am hellen Feuer gekocht. Nachdem die Butter geschmolzen, wird der Saft von zwei Citronen darüber geträufelt, es werden dann noch etwas Salz, Pfeffer, geriebene Muskatnuss und vier Löffel eingedickter Fleischbrühe hinzugesetzt. Im Augenblick des Aufkochens giesst man ein Glas Wein (Sauterne oder Xeres) dazu und lässt dann das Gericht noch 25 Minuten kochen.

7. Champignon-Ketchup, die Vorrathsauce der Engländer: Zum Würzen werden die Pilze ungewaschen (nur der untere Theil des Strunkes wird abgebrochen) in Stücke geschnitten, in einen irdenen Topf mit Salz geschüttet (375 g Salz auf 9 Liter Champignons). Dieselben werden dreimal täglich mit einem Holzlöffel umgerührt, nach drei Tagen eine Stunde lang auf den warmen Ofen gesetzt. Man seiht dann den ausgeflossenen Saft, ohne die Champignons zu drücken, durch ein grobes Tuch, kocht ihn eine Viertelstunde, giebt zum Liter Flüssigkeit 7 g Piment, 7 g schwarze Pfefferkörner, zwei Macisblätter, etwas Ingwer und 4—5 Nelken. Man siedet dann die Flüssigkeit zur Hälfte ein, seiht sie durch ein Sieb und füllt sie beim Erkalten auf Flaschen, die gut verwahrt und kühl aufbewahrt werden.

Champignonzucht. Der Champignon kann in jedem geschlossenen, einigermassen warmen Raum getrieben werden —

selbst, wie ein alter Gärtner behauptete, in einem Kommissbrot im Tischkasten. Jeder dunkle temperirte, etwa 13—18° C. warme Raum ist zur Kultur desselben geeignet, im Freien durch einen Laden und bei kalter Witterung durch Strohmatten bedeckte Mistbeetkasten oder freie erhabene Beete mit Strohmantel in Gewächshäusern, jeder sonst nicht verwendbare Raum im Haus, Keller, Gewölbe, auch alte Gruben und Stollen sind dazu geeignet. In grösseren Züchtereien werden eigens dazu hergerichtete Räume verwendet. In Häusern, in denen der Raum beschränkt ist, verwendet man transportable Bretter, Kästen etc. Die Hauptsache ist der richtige Boden, dem als Hauptbestand richtig präparirter Mist, am besten Esel- oder Maulthiermist oder Pferdemist etc. nicht fehlen darf. Der Champignonzüchter macht in Bezug auf letzteren besondere Unterschiede; der aus den sauberen Ställen der Luxuspferde ist ihm weniger werth, als der der Arbeitspferde. Gerne verwendet man auch (1 Theil) Pferdemist und (1 Theil) Schafmist ohne strohige Theile. In den französischen Züchtereien wird dieser Mist zunächst schichtenweise (in rechteckigem Rahmen) aufgeschüttet bis zu 1,25 m Höhe und festgestampft und einige Male von 10 zu 10 Tagen umgearbeitet und von Neuem festgestampft. Man fertigt dann aus dem Mist etwa 50 cm hohe Beete, lässt in diesen die Temperatur auf 30—35° C. kommen und bringt in horizontale Reihen von Löchern Stücke der Pilzmutter, die man festdrückt. Die letztere ist von den Strängen des Champignonmycels durchwucherter Mist (der bei trockener Aufbewahrung noch nach zehn Jahren lebensfähiges Mycel enthält). Hat sich nach acht Tagen von der Pilzmutter aus neues Mycel verbreitet, so bedeckt man das Beet etwa 2,5 cm mit Erde (in den Steinbrüchen von Paris mit den fein ausgesiebten Abfällen der Kalkbrüche). Feuchtet man dann den Boden mässig an, so kann binnen Kurzem die Ernte beginnen. — Von geringerem Ertrag, aber längerer Ertragsfähigkeit sind die Kulturen, wie sie (nach der Beschreibung von O. E. R. Zimmermann) die Bewohner der Côte d'Or anlegen. Sie werfen Gräben von 1 m Tiefe aus, die sie zunächst mit einer Lage Pferdemist von 50 cm Dicke, darauf nach einander mit Schichten fermentirender Gerberlohe ca. 15 cm hoch, Pferdemist 25 cm hoch, Lohe 5 cm hoch und Mist 5 cm hoch füllen. Nach etwa drei Wochen, nachdem das Beet die grösste Wärme ausgestrahlt hat, bedeckt man es nochmals 5 cm hoch mit Lohe und dann ebenso hoch mit feingekrümeltem Esels- und Maulthiermist. Nachdem das Beet mit den Füssen festgestampft worden,

bringt man die Pilzmutter darauf und bedeckt das Beet mit feingesiebter Gartenerde und zuletzt mit Langstroh. Nach acht Tagen bringt man weiter Pferdejauche darauf und deckt bald darauf das Stroh ab, wonach nach etwa 30—40 Tagen die Pilze erscheinen. — Einfacher ist die englische Methode. Man richtet aus zerbröckelten Pferdeäpfeln einen Haufen von etwa 25 cm Höhe her, den man durch mässiges Begiessen und Druck auf etwa 10 cm Höhe bringt. Nach etwa 14 Tagen bringt man kleine Stücke der Pilzmutter auf die Mitte des Haufens, dessen Oberfläche dann mit einer dünnen Schicht feingesiebter Erde bedeckt wird. In dem mit Stroh bedeckten Haufen erscheinen die Pilze nach 20—30 Tagen. An verschiedenen Orten Englands werden die abgeernteten Gurkenbeete zur Kultur benutzt, mit Londoner Stalldünger und einem Gemenge von Erde und Chausseestaub bedeckt. Die Pilze können hier täglich abgeerntet werden und werden in reichlicher Menge, in mancher Gärtnerei täglich 90—100 Pfund von ihnen geerntet. In vielen grossen englischen Hôtels werden die Champignons gleich in der Küche in besonderen Schubladen, die unter dem Küchentisch stehen, gezogen. In Gewächshäusern verwendet man Kästen mit Laub, darauf umgearbeiteten Pferdemist, einer dünnen Schicht Hirschlosung und wieder Pferdemist oder nur mit einem Gemenge aus Stalldünger und Strassenkehricht. Durch Düngen mit Salpeter werden reichlichere und grössere Exemplare erzielt. In Belgien verwendet man anstatt des Pferdemistes trockenen, pulverisirten Kuhdünger (der nicht gährt und daher die Luft weniger verpestet). Man übergiesst ihn mit einer 10procentigen Lösung von Pottasche. Die 15 cm hohen Beete werden bis auf 3 cm zusammengetreten und nachdem die Pilzmutter oben darauf gebracht ist, mit klarer Gartenerde und Kuhdünger überstreut. Die Pilze erscheinen nach 35—40 Tagen. Diese Beete können auch im Innern der Wohnräume angebracht werden. In Wien wird die Champignonzucht in Schwammhütten betrieben, niederen Schuppen mit aus Brettern hergestellten Satteldächern, die bis zur Erde reichen und über und über durch eine dicke Lage strohigen Pferdedüngers bedeckt werden. — Die Champignonbrut wird in loser Form (z. B. von C. Platz & Sohn in Erfurt 1 kg zu 2,50 Mark mit Gebrauchsanweisung), sowie in Form von Schwammsteinen auch von den deutschen Gärtnereien abgegeben.

Im grössten Massstabe wird die Champignonzucht in Frankreich und Belgien betrieben, besonders um Paris (wo jährlich nahezu für 10 Millionen Franken gebaut werden) in den Katakomben und

Carrières (Steinbrüchen), wie auch im nördlichen Frankreich und in Brüssel. Die unzähligen Steinbrüche, die in nächster Nähe von Paris die Pflaster- und Bausteine für diese Weltstadt liefern müssen und die wegen der zu mächtigen Erdschicht oberhalb der Felsen grossentheils höhlen- und labyrinthartig ausgeschachtet sind, werden von intelligenten Gärtnern zur Champignonszucht eingerichtet und in einem kaum glaublichen Massstab ausgebeutet. Folgen wir bei ihrem Besuch der Führung eines Augenzeugen (vgl. Schmidlin's Gartenbuch IV. Aufl. § 867).

„Eine der berühmtesten solcher Gruben ist unter Montrouge, hart an den Festungswerken von Paris. Eine kreisförmige Oeffnung, gleich einem grossen Brunnen, führt senkrecht 20 m in die Tiefe, auf den Boden der Champignonsbeete. Der einzige Zugang und das einzige Verkehrsmittel mit der dunklen Tiefe ist ein schräg darin angebrachter Mastbaum, durch welchen quer Pflöcke geschlagen sind, so dass man an ihm, wie an einer Leiter auf- und absteigen kann; wer schwindelig ist, wird auf die Besichtigung dieser interessanten Kulturen verzichten müssen. Unten glücklich angekommen, sieht man beim Schein einiger Lampen, und selbst mit einer solchen bewaffnet, ein mächtiges Gewölbe, durch das Ausbrechen jener Steine gebildet, welches hier und da von stehengelassenen Säulen unterstützt wird, die mehr oder weniger regelmässige Gänge bilden. Der ganze Boden dieser Höhle ist nun mit wallartig angelegten, parallel laufenden Champignonsbeeten von selten über 40—50 cm Höhe und Breite an der Basis so dicht besetzt, dass sie oft kaum 10 cm von einander entfernt hinlaufen. Einige breitere Wege ermöglichen die Bearbeitung und das Herbeischaffen des Materials. Jeder Winkel, jeder Absatz im Felsen ist benutzt, Champignons zu züchten, oft nur auf ein paar Forken voll Mist. Hier sieht man eine Wanne, einen Korb oder sonst ein Gefäss mit solchen angefüllt, ein wenig Erde darüber und so mit den schönsten Champignons bedeckt, dass man glaubt, der ganze Korb sei damit angefüllt. Dort ist ein Kegel, kaum ein paarmal so gross wie ein Zuckerhut, damit gespickt; noch weiter ist ein transportables, auf Walzen ruhendes Beet angelegt, weil der Raum, den es jetzt einnimmt, öfter zum Durchbringen des Mistes gebraucht wird und es dann bei Seite geschoben werden muss, kurz — es ist hier unten Unerhörtes geleistet, man glaubt sich in die Werkstätte der Zwerge, Gnomen und Heinzelmännchen versetzt, und es mag nicht übertrieben sein, wenn uns der Führer, ein Championist, versichert, dass

seine 1½ deutsche Meilen Champignonsbeete ihm täglich, Jahr aus Jahr ein, 150—200 kg Pilze liefern, von denen ein einziges Haus in Paris allein nach England jährlich 14000 Büchsen verschickt. Diese Champignonkultur ist nun aber eine der kleineren derartigen. Ungefähr eine Stunde von Paris per Eisenbahn, bei Frépillon, liegt der kleine Ort Méry-sur-Oise, unter welchem sich ähnliche alte Steinbrüche befinden, nur dass diesen die stützenden Säulen fehlen, die grossen, mächtigen Räume dadurch einer Kathedrale nicht unähnlich sind. 1867 wurden aus dieser Höhle allein zuweilen täglich 1500 kg Champignons von 4 deutschen Meilen Beete nach Paris gebracht. In einer ähnlichen Höhle bei Frépillon selbst waren zur selben Zeit 3¼ Meilen Beete im Betrieb. So und ähnlich an vielen anderen Stellen bei Paris. — In Brüssel existirt eine Champignontreiberei, die künstlich diese Höhlen nachbildet, d. h. mächtige, weitläufige Kellerbauten. 3—4 Etagen über einander werden gleich jenen dazu benutzt; auch hier muss Dung und sonstiges Material alles von oben heruntergebracht und umgekehrt hinaufgeschafft werden. Diese weit kostspieligere Anlage, wie jene, gewissermassen natürliche, soll sich dennoch sehr gut rentiren. — Was so ein kleiner Pilz nicht alles vermag! —“

Erst in der Neuzeit hat man auch in Deutschland begonnen, die Champignonzucht in grösserem Massstab zu betreiben, aber es hat, so viel mir bekannt, noch Niemand daran gedacht, die zahlreichen leeren Schächte und Stollen u. dergl. durch die Champignonzucht noch nutzbar zu machen, und was liesse sich da Alles erreichen!

§ 198. Von Feinden der Champignonkulturen seien erwähnt:

1. Aus dem Thierreich: Verschiedene Springschwänze (Poduriden), besonders Anurophorus ambulans Nic., Achorutes murorum Gerv., Cyphoderus pulex Nic., Isotoma cinerea Nic., Degeeria nigromaculata Nic.; Käfer, wie: Aphodius fimetarius L., Dermestes tesselatus; Larven der Trauermücken: Sciara bicolor Mg. und Sc. Solani Winn.; Kellerasseln, Schnecken (Limax agrestis L.). Nach Harz sind dagegen Schwefelkohlenstoffdämpfe wirksam.

2. Pilze. In den Champignonkulturen in Wien, wie auch nach Cooke in englischen Champignonkulturen trat verheerend ein Schimmelpilz auf, der vorwiegend in der Conidienform (Verticillium agaricinum), vereinzelt in der Chlamydosporenform (Mycogone

Linkii), beobachtet wurde (in trocken gehaltenen Glycerin-Gelatinekulturen glich die Conidienform mehr der von Tulasne als zu Hypocrea delicatula gehörig beschriebenen). P. Magnus, der 1887 eine ähnliche Epidemie bei Berlin beobachtete, hat den fraglichen Pilz als einen Hypomyces erkannt und als Hypomyces perniciosus Magn. beschrieben. Auch Xylaria Tulnasei Nke. fand derselbe in Schöneberg bei Berlin als Feind der Champignonkulturen. Stapf hat sodann als weitere Urheber von Champignonkrankheiten Bakterien und eine Rosahefe (Saccharomyces glutinis?) angegeben. Costantin unterscheidet in den Champignonkulturen um Paris folgende zum Theil sehr verheerend auftretende Krankheiten: „La molle“ (durch Hypomyces), „La goutte“ (durch Bakterien); an der Champignonbrut: „Chanci“ (durch einen Pilz), „Plâtre“ (durch Verticilliopsis infestans Cost.), „Vert-de-gris“ (durch Myceliophthora lutea Cost.), „Moucheron“ (durch die Mücke Sciara ingenua verursacht).

Kultur anderer Speisepilze.

§ 199. In verschiedenen Theilen Frankreichs kultivirt man auch andere Speisepilze. So wird im Departement Nièvre häufig der Musseron, Clitopilus Prunulus, in sogen. Mousseronièren gezogen, indem das Mycel im Freien ausgehoben und nach günstigen Orten gebracht wird. Agaricus attenuatus DC, der in Frankreich an allen Pappeln wächst, wird nach Desvaux im westlichen Frankreich gleichfalls kultivirt. Man macht von den alten Pappelstämmen ca. 3 cm dicke Querschnitte, reibt die eine Seite derselben mit den zerdrückten Lamellen des völlig reifen Pilzes ein und bringt im Frühjahr eine grössere Anzahl derselben über einander in luftigen Boden, die bestrichene Seite nach oben gewendet, und bedeckt sie mit einer dünnen Schicht Erde, die man feucht hält. Mit Beginn des Herbstes erscheinen die Fruchtkörper und geben reichen Ertrag. Die Anlage muss alljährlich erneuert werden. Desvaux berichtete, dass er die Kultur seit 12 Jahren betrieben und in feuchten Jahren bis 9 Ernten nach einander gemacht habe. Auch der Agaricus palometus Th. und verschiedene essbare Boleten, besonders Boletus edulis und B. aëreus sollen in Frankreich kultivirt werden.

In Deutschland ist es mir ausser vom Champignon nur vom Stockschwamm (Pholiota mutabilis) bekannt, dass er im Keller, an den alten Stöcken, die sein Mycel enthalten und von Zeit zu Zeit begossen werden, gezogen wird und reichlichen Ertrag giebt. Im

Süden Italiens werden die Pilzsteine (Pietra fungaia) des Polyporus tuberaster Fr., d. h. die von dem Mycel des Tuberaster zu tuffsteinähnlichen Massen verkittete Erde, allenthalben auf den Märkten feilgeboten und lassen sich weithin verschicken. Werden dieselben in den Keller gebracht und daselbst öfter begossen, so bringen sie monatelang Fruchtkörper. Auf die Zeit der Pilzproduktion folgt aber ein Stillstand von etwa 3 Monaten, während dessen die harten Mycelfäden die kalkig-thonige Erde weiter durchsetzen.

Schröter hat jahrelang im pflanzenphysiologischen Institut zu Breslau theils aus dem auf Pappelästen wachsenden Mycel, theils aus Sporen den Austerpilz, Pleurotus ostreatus, kultivirt und die Zucht desselben als Volksnahrungsmittel empfohlen. Am längsten dürfte die Pilzkultur in Japan bekannt sein. So wird dort nach Schröter der Schii-Take (Eichenfächerpilz), Collybia Schii-Take Siebold auf Klötzen der Eiche (Quercus cuspidata etc.) gezogen. Die Stämme werden in Klötze von 1—1 $^{1}/_{2}$ m Länge gespalten, mit Einschnitten versehen und dann in einem Wald eingepflanzt, wo man sie der Verwitterung aussetzt und wo nach 3 Jahren Pilze aus ihnen hervorbrechen. In manchen Gegenden erhöht man die Ertragsfähigkeit, indem man die Klötze in Wasser einweicht und mit dem Hammer bearbeitet. Die Schii-Take werden in hermetisch geschlossenen Oefen getrocknet und dann in den Handel gebracht. Es werden davon, ausser den im Lande verbrauchten, jährlich etwa 200 000 kg ins Ausland verschickt. Auch der Yuku- oder Chiva-Take, Pleurotus subfunereus Berk.?, der auf Pappeln, Broussonetien und Maulbeerbäumen wächst, wird künstlich gezogen. Der Matsu-Take (Kiefernpilz), jedenfalls mit Agaricus (Armillaria) edodes Berk. identisch, welcher auf der Erde in Kiefernwäldern wächst, aber nicht kultivirbar ist, gilt demnächst als der gebräuchlichste Speisepilz in Japan, auch der Kawa-Take, Hydnum olidum Berk., und der Ki-Kurage, Hirneola polytricha Fr., sind sehr geschätzt. Ausserdem werden noch einige andere Agarici-, sowie Clavaria- und Polyporusarten gegessen, während den Boleten Japans keine grössere Bedeutung als Speise zuzukommen scheint.

Sonstige Speisepilze und ihnen ähnliche Giftpilze.

§ 200. Ausser den Trüffeln, Morchelpilzen, Champignons werden eine grosse Anzahl von Pilzen als Nahrungsmittel verwendet und auf den Märkten feilgeboten. In manchen wald- und pilzreichen Gegenden liegen aber die Speisepilze fast ganz unbenutzt

oder es werden nur einzelne Arten, wie Pfifferlinge und Steinpilze, gegessen, weil man eine Verwechslung mit Giftpilzen fürchtet und der Pilzverkauf polizeilich nicht kontrollirt wird. Erst in der jüngsten Zeit, seitdem in den Schulen an der Hand guter Modelle (Büchner und v. Lösecke in Hildburghausen, Arnoldi-Gotha) und guter Pilzbücher mit kolorirten Abbildungen (Lorinser, Lenz, Hahn, Röll u. A.) die essbaren Pilze zum Unterrichtsgegenstand gemacht worden sind, findet dieses Volksnahrungsmittel weitere Verwendung. Da es allgemeine Merkmale für die Geniessbarkeit oder Schädlichkeit eines Pilzes nicht giebt, ist es nöthig, die einzelnen für die Küche bestimmten Arten genau kennen zu lernen oder doch wenigstens die wichtigsten Unterschiede zwischen den Giftpilzen und den Speisepilzen. Einige Winke für die Marktkontrolle etc. mögen hier in aller Kürze gegeben werden, indem wir des Näheren auf die genannten Bücher über essbare und giftige Schwämme verweisen.

In Greiz kommen z. B. seit Jahren folgende Pilze zu Markt (die durch Schutzleute kontrollirt werden, welche einen besonderen Pilzkursus durchgemacht haben):

Champignon, Agaricus campestris mit seinen Varietäten.
Steinpilz, Boletus edulis.
Brätling, Lactarius volemus.
Stockschwamm, Pholiota mutabilis.
Pfifferling, Cantharellus cibarius.
Reizker, Lactarius deliciosus.
Krauser Ziegenbart, Sparassis crispus.
Ziegenbart, Clavaria Botrytis, Cl. flava etc.
Rothkappe, Boletus rufus.
Birkenpilz, B. scaber.
Ziegenlippe, B. subtomentosus.
Maronenpilz, B. badius.
Butterpilz, B. elegans.
Ringpilz, B. luteus.
Semmelpilz, Polyporus confluens.
Schafeuter, P. subsquamosus.
Stoppelschwamm, Hydnum repandum.
Habichtsschwamm, H. imbricatum.
Hallimasch, Agaricus melleus.
Krämpelpilz, Paxillus involutus.
Sammetfuss, P. atrotomentosus.
Parasolpilz, Agaricus procerus.
Runzelpilz, Ag. caperatus.
Musseron, Ag. Prunulus.
Ritterschwämme, Tricholoma rutilans, T. equestre, T. albobrunneum, T. terreum.
Heidemousseron, Agaricus Scorodonius.
Judenmorcheln, Hydnum tomentosum, H. compactum (zu Suppen).
Kuhpilz, Boletus bovinus.
Sandpilz, B. variegatus.
Hasenpilz, B. castaneus.
Schmerling, B. granulatus (selten).
Schuppenlöcherpilz, Polyporus squamosus.
Schwefelpilz, P. sulfureus.
Grüntäubling, Russula virescens.
Anispilz, Agaricus odorus.
Drehpilz, Ag. ostreatus.
Ohrmorchel, Peziza venosa.
Morcheln, Morchella esculenta (selten).
Lorcheln, Helvella lacunosa (selten).

Unschädlich sind alle bei uns wachsenden Keulenpilze (Clavariaceen), von denen die essbaren, fleischigen Arten (Ziegenbart) geweihartig verzweigte Fruchtkörper haben, ebenso alle Stachelpilze (Hydnaceen), Hutpilze, deren Hutunterseite mit Stacheln besetzt ist. Von den Löcherpilzen sind einige Arten, welche durch blutrothen Strunk, blutrothe Hutunterseite und ein Blauanlaufen des Fleisches leicht kenntlich sind, giftig (Boletus Satanas, B. pachypus etc.) oder verdächtig, die anderen unschädlich. Jedoch giebt es unter den letzteren einen, welcher oft mit dem Steinpilz verwechselt wird, aber durch seinen gallenbitteren Geschmack ungeniessbar ist, den Gallenpilz (Boletus felleus). Hier genügt es, auf folgende Merkmale zu achten: Steinpilz mit erst weisslicher, dann gelblicher Hutunterseite und weissem, erhabenem Netz am oberen Strunkende. Gallenpilz mit erst rein weisser, dann blassrosafarbener Hutunterseite, Netz am oberen Strunk wie dieser gelb oder gelblichbraun. Am schwierigsten ist die Unterscheidung giftiger Arten bei den Blätterpilzen (Agaricineen), doch lassen sich hier, wenn man einige schwer zu unterscheidende Speisepilze (Täublinge) vom Markt ausschliesst, gleichfalls einige Hauptregeln aufstellen, bei deren Befolgung eine ernstere Gefahr ausgeschlossen ist.

Die giftigsten Arten, deren genaue Kenntniss erforderlich ist, die daher unten näher beschrieben werden sollen, sind: der Knollenblätterpilz, der (leicht kenntliche) Fliegenschwamm und der Speitäubling.

Besonders beim Einkauf oder Eintragen von Champignons ist eine Verwechslung mit dem Knollenblätterpilz oder mit jugendlichen Zuständen des Fliegenschwammes möglich.

Die mit Hautfetzen auf der Oberseite des Hutes, weissen, biegsamen Lamellen, unten verdicktem Strunk und einem Ring an dessen oberem Theil versehenen Blätterschwämme (Amanita) meide man überhaupt, wenn auch einige davon in manchen Gegenden ohne Schaden gegessen werden.

Von Pilzen mit Milchgefässen (aus denen beim Verletzen des Schwammes Milch heraustropft) begnügt man sich am besten mit der Zulassung zweier Arten zum Verkauf: des Reizkers, welcher von allen anderen durch lebhaft orangefarbene Milch, röthlichen, bei Verletzung leicht grünspanartig sich verfärbenden Hut und Strunk ausgezeichnet ist (sonst dem giftigen Birkenreizker ähnlich) und des reichlich weiss milchenden Brätlings, der durch goldgelben, bereiften Stiel und gleich oder kastanienbraun gefärbten

Hut und durch deutlichen Wanzengeruch (im Alter Häringsgeruch) ausgezeichnet ist.

Die Täublinge mit weissem, regelmässigem (wie gedrechselt erscheinendem) Stiel und weissen, geraden, gleichen, starren und meist zerbrechlichen Lamellen, mit lebhaft roth, grün, blau gefärbter Hutoberseite, sind am besten vom Markt auszuschliessen (der Honigtäubling mit grüner, rauher, mit Warzen bedeckter Hutoberseite ist am leichtesten zu unterscheiden).

Der Stockschwamm mit bräunlichem Hut (mit wässerigem Rand) und Stiel mit Ring und von charakteristischem, angenehmem Schwammgeruch hat, ähnlich wie der Steinpilz, einen bitterschmeckenden Rivalen, der aber lebhafte gelbe und röthliche Färbung von Stiel und Hut und gelbliche oder grünliche Färbung der Lamellen zeigt.

Der Pfifferling (kreiselförmig, fleischig, schwefelgelb etc.) mit anastomosirenden Lamellenfalten ist nicht zu verwechseln mit dem verdächtigen Cantharellus aurantiacus mit deutlich zu unterscheidendem Stiel und Hut, mit dunkel orangeroth gefärbten, nur wiederholt gabeltheiligen Lamellen und mit weichhaariger Hutoberseite.

Es dürfen nur frische und ungestückelte, ganze Pilze zum Verkauf gebracht werden.

Der Knollenblätterpilz, Agaricus (Amanita) phalloides Fr., ist einer der gefährlichsten Giftpilze, dem die meisten und schlimmsten Vergiftungsfälle zuzuschreiben sind. Er wird öfter mit dem Champignon verwechselt, doch unterscheidet er sich von diesem durch die weissen, nie röthlichen Lamellen (mit weissen Sporen, beim Champignon mit purpurbraunen Sporen), die meist etwas gelbliche oder grünlich gelbe Hutoberseite mit hautförmigen Hautfetzen (die allerdings leicht vom Regen abgespült werden) und den meist widerlichen Geruch nach rohen Kartoffeln, während der Champignon einen aromatischen, anisähnlichen Geruch besitzt. — Der Hut ist anfangs glockenförmig oder halb kuglig, später mehr oder weniger flach gewölbt, 6—8 cm breit, weiss, gelblich oder grünlich, schwach seidenglänzend, etwas klebrig, mit den Fetzen der gemeinsamen Hülle besetzt. Stiel erst voll, dann oben hohl, 8—10 cm lang, weiss, gebrechlich, mit häutigem, weissem oder gelblichem, gestreiftem Ring, am Grund knollenförmig angeschwollen und mit weiter häutiger Scheide auf dem Knollen. Lamellen frei weiss. Sporen fast kuglig, 8—10 μ lang, 8 μ breit, glatt, farblos. Die

Farbe variirt oft. Die häufigsten Varietäten sind: a) albida (in allen Theilen weiss), b) grisea (Hutoberfläche weiss, in der Mitte grau), c) citrina (Hutoberfläche und Ring schwefelgelb), d) viridis (Hutoberfläche schmutzig gelbgrün, in der Mitte oft olivenbraun, oft leicht gestreift).

Schröter berichtet aus Schlesien über diesen Pilz, dass durch ihn zahlreiche Todesfälle veranlasst worden seien. So starben z. B. im August 1879 in Lohe bei Breslau von 11 Personen, die ein Gericht dieser Pilze gegessen, 10 nach 1 ½—2 ¾ Tagen, im August 1883 starben in Klein-Peterwitz bei Oels von 10 Personen 5 an dem Pilz. Auch aus anderen Gegenden werden zahlreiche, durch den Pilz verursachte Todesfälle berichtet, von denen wir noch den folgenden Fall herausgreifen. Fünf Personen assen gegen Abend von der var. citrina des Knollenpilzes, den sie für echten Champignon hielten und mit Butter, Pfeffer und Salz zubereitet hatten. Am nächsten Morgen stellte sich bei Allen ein allgemeines Unwohlsein ein; sie empfanden Ekel, litten an furchtbarer Angst, Magenschmerzen mit Brechreiz. Gegen Mittag nahmen sie Milch, Theriak und ein Brechmittel, aber ohne Erfolg zu haben. Der Zustand währte 4 Tage an, worauf bei 3 Personen eine Verschlimmerung eintrat; dieselben empfanden stechende Schmerzen im Magen und Darmkanal und starben, ohne in Krämpfe zu verfallen, bei vollem Bewusstsein. Der Körper der Leichname war über und über mit schwarzen Flecken bedeckt, Zähne und Zahnfleisch waren schwarz geworden und im Munde zeigten sich zahlreiche Geschwüre. Ein Hund und eine Katze, die von den Resten des verderblichen Schwammgerichtes gefressen, verendeten schon am anderen Tage. Die Vergiftungen, durch den Ag. phalloides führen meist zum Tode, da die Vergiftungserscheinungen meist erst nach Stunden oder nach einem ganzen Tag auftreten, nachdem das Gift sich bereits im ganzen Körper verbreitet hat.

Kobert theilt die Giftpilze in 4 Abtheilungen: 1. solche, die Muscarin enthalten, wie: Ag. (Amanita) muscaria L., Ag. (Amanita) pantherinus DC, Boletus luridus Schäff.; 2. solche, die einen Milchsaft enthalten (Lactarius), in welcher Gattung aber auch essbare Arten vorkommen; 3. solche, die Helvellasäure (Helvella esculenta); 4. solche, die Phallin, ein Toxalbumin, enthalten (das durch Kochen seine Eigenschaften verlieren soll, nach Anderen durch Alkohol). Zu den letzteren gehört der Knollenblätterpilz. Bei Injektion von ½ mg Phallin auf 1 kg Körpergewicht starben Hunde und Katzen.

Krocker, der die giftigen Eigenschaften des Knollenpilzes bereits kannte, gab als Gegenmittel an: Succus allii aut cepae mixtus majori quantitati lactis et spiritus vitrioli aethaer. ad gutt. 12—20.

Der Fliegenschwamm, Agaricus (Amanita) muscarius, ist gleichfalls sehr giftig durch seinen hohen Gehalt an Muscarin, neben welchem noch Cholin und ein fliegentödtendes Gift in ihm enthalten ist. Er ist nur in jugendlichem Zustand, bevor die allgemeine Hülle zerreisst, einem jungen Champignon ähnlich, doch von diesem leicht zu unterscheiden durch die gelbe der späteren Hutoberseite angehörige Schicht, die auf dem Längsschnitt unter der weissen Hüllhaut zu erkennen ist. Ist er erwachsen, so kommen in Deutschland Verwechslungen selten vor, dagegen ruft er in südlichen Gebieten dann leicht Vergiftungsfälle hervor, da er dann mit dem schon bei den Alten sehr geschätzten Kaiserschwamm, Ag. (Am.) caesareus, verwechselt werden kann. Letzterer hat gleich dem Fliegenschwamm eine scharlach- oder orangerothe Hutoberfläche, ist aber durch eine weite, deutliche Scheide um den Grund des Strunkes und durch gelbe Lamellen unterschieden (er findet sich auch in Böhmen, vereinzelt in der Lausitz und in Baden). Der Fliegenschwamm besitzt dickfleischigen Hut, der anfangs kuglig, dann flachgewölbt, zuletzt flach, 8—20 cm breit, lebhaft scharlachroth oder orangefarben mit weissen oder gelben, mehr oder weniger regelmässig gestellten Warzen besetzt ist. Das Fleisch unter der Oberhaut ist orangefarben. Der Stiel voll, dann hohl, 6—25 μ lang, 1—2 μ breit, weiss, mit hängendem weissem, oben gestreiftem Ring, am Grund mit ringförmig berandetem, schuppigem Knollen. Lamellen weiss, streifig am Stiel herablaufend. Sporen 10—12 μ lang, 6—7 μ breit.

In Milch gekocht wird der Pilz zur Vertilgung der Stubenfliegen benutzt. Der Fliegenpilz ist sowohl frisch als gekocht äusserst giftig, doch gilt von ihm dasselbe, wie von den sogen. verdächtigen Schwämmen (z. B. dem Perlschwamm, Ag. [Am.] erubescens, der in vielen Gegenden gegessen wird, anderwärts für giftig gilt und notorisch giftig ist), die giftigen Eigenschaften schwanken mit dem Vorkommen. So wirkt nach Inoko der Fliegenschwamm in Japan nicht fliegentödtend und ist überhaupt weit weniger giftig als in Europa, während dort der Ag. (Am.) pantherinus sowohl den fliegentödtenden Bestandtheil als auch Cholin und Muscarin enthält. Es erinnert dieses verschiedene Verhalten an das von A. Vogel nachgewiesene, nach dem Standort verschiedene Ver-

halten des Schierlings und der Cinchonapflanzen. Nach ihm bringt der bei uns giftige Schierling in Schottland kein Coniin hervor. So enthalten die verschiedenen Gewächshäusern entnommenen Cinchonapflanzen, deren Rinden in der Heimath der Pflanze das bekannte Alkaloid Chinin liefern, nicht einmal eine Spur von Chinin. Andrerseits können als unschädlich bekannte Pilze lokal die Gifte erzeugen. So bezeichnet schon Willdenow in seiner Flora berolinensis die an feuchten Stellen gewachsenen Champignons als verdächtig. Leveillé berichtete 1845 über schlimme Zufälle, die durch den Genuss des Ag. campestris herbeigeführt wurden. Im französischen Département du Tarn sind nach Clos durch die als „Caberla“ bezeichnete Form des Champignons wiederholt Vergiftungen verursacht worden. Planchon, Gaston Genevier, H. Gillot bezeichnen eine als Ag. Xanthodesmus Genevier beschriebene Form der Champignons als giftig. In Italien soll sogar nach Rev. myc. 1883, p. 176 der „Agaric champêtre“ als „nuisible“ von den Märkten verbannt worden sein. Auch Rud. Hesse machte mir über eine bei Marburg gesammelte und verdächtige Form des Champignons Mittheilung. So hat nach Roumeguère u. A. Volvaria volvacea tödtliche Fälle herbeigeführt und die V. gloiocephala DC. mit ihren Formen (V. medius Schum., V. speciosus Fr.), die oft mit dem essbaren Scheidenschwamm, Ag. (Am.) vaginatus, „Coucoumèle“, verwechselt werden, ist öfter als sehr giftig befunden worden.

So giebt nach Desmartis der Fliegenschwamm „la fausse oronge“ (Oronge = Ag. caesareus) im Departement der Gironde ein delikates und völlig unschädliches Gericht ab und er wird hie und da im Erzgebirge von Einzelnen ohne Bedenken verspeist. — Es dürfte hier jedoch auch das verschiedenen Giften gegenüber oft sehr verschiedene Verhalten des menschlichen Organismus, eine nach Individuen wie nach Völkerstämmen verschiedene Immunität oder Anpassung (Arsenik! Opium!) in Betracht kommen. So wird der Fliegenschwamm von den Lappländern und Kamtschadalen roh gegessen oder zu einem Getränk verwendet, das gleich dem rohen Schwamm berauschende Wirkungen hat. Die Fliegenschwämme werden dem Branntwein vorgezogen und teuer verkauft. So giebt der Koräke für 1—2 Fliegenschwämme einen Fuchs. Nach Ermann ist auch das Fleisch der Rennthiere, die im Fliegenschwammrausch geschlachtet werden, berauschend. Der Harn der Berauschten behält bis zum vierten Mann die berauschenden Eigenschaften und es soll sich durch den Harn, der wieder aufgesammelt und getrunken

wird, von einem einzigen Mann aus ein ganzes Dorf berauschen können. Nach Schübler ist die Berserkerwuth der Nordmänner gleichfalls ein Amanitinrausch. Die Vergiftungen durch den Fliegenschwamm haben hier eine Erhöhung der Körper- und Geisteskräfte zur Folge, verbunden mit Wahnvorstellungen über Grösse und Entfernung der Gegenstände. Während die Einen lustig werden, springen, tanzen und singen, weinen die Anderen, stürzen sich in Flüsse und Schwerter, obwohl sie die Gefahr erkennen. Zuletzt stellt sich ein tiefer Schlaf ein, dem ähnliche aber intensivere Symptome wie nach dem Alkohol- oder dem Haschisch- und Opiumrausch folgen.

Mykorrhizen und Mykodomatien.

§ 201. Dass gewisse höhere Pflanzen regelmässig in ihrem Wurzelsystem mit Pilzen vergesellschaftet sind, ist von verschiedenen Forschern schon früher constatirt worden; Frank hat aber erst die allgemeine Verbreitung und Bedeutung dieses Zusammenlebens festgestellt. Nach ihm lassen sich biologisch zwei Formen dieser Symbiose unterscheiden. Einmal finden sich die Pilzmycelien auf der Oberfläche der Wurzel, wo sie (dem Einfluss des Protoplasmas nicht ausgesetzt) als eigentliche und ausschliessliche Ueberträger von Wasser und Nährstoffen fungiren. So ist es bei den Wurzeln der Cupuliferen, Coniferen und anderer Waldbäume. In dem anderen Falle aber werden nach Frank die Pilze in das Protoplasma aufgenommen und hier ausgesogen, verzehrt, wie bei den fleischfressenden Pflanzen die Insekten. Morphologisch sind die Pilze mit der ganzen Wurzel symbiotisch verbunden — in den „Mykorrhizen“ — oder sie treten in besonderen den Gallen vergleichbaren Gebilden, in „Mykodomatien“ oder Pilzkammern, die sie verursachen, auf. Von den Mykorrhizen sind die mit äusserem Pilzmantel, die ektotrophen Mykorrhizen einfache Ueberträger der Nährstoffe und des Wassers, während die endotrophen Mykorrhizen (der Ericaceen und der Orchideen), sowie die Mykodomatien (der Erlen), wie nach Frank auch die durch Bakterien verursachten Wurzelknöllchen der Leguminosen Organe „pilzfressender“ Pflanzen sind. Die pilzfressenden Pflanzen „wissen mit noch raffinirteren Einrichtungen Pilze als ihre auserkorenen Opfer in ihr Protoplasma einzufangen (vgl. die ‚Fangfäden‘ mancher Papilionaceen-Wurzelknöllchen), darin gross zu züchten und schliesslich zu verdauen, um so von der reichen Eiweissproduktion gerade der Pilze,

die die letzteren ja auch als menschliches Nahrungsmittel werthvoll macht, Nutzen zu ziehen. Es geht hierbei also der eine der beiden Symbioten im Organismus des anderen derart auf, dass er wie ein stofflicher Bestandtheil des letzteren erscheint, der im Stoffwechsel schliesslich verbraucht wird."

Die nähere Kenntniss dieser merkwürdigen Ernährungsweise höherer Pflanzen ist für Gärtner und Land- und Forstwirthe von hoher praktischer Bedeutung. Wir möchten die Entdeckung derselben ihrer praktischen Bedeutung nach in Parallele stellen mit der Entdeckung der verschiedenen zusammengehörigen Geschlechtsformen der höheren Pflanzen. Bevor man wusste, dass zweierlei Stöcke — nämlich solche mit langgriffeligen und solche mit kurzgriffeligen Blüthen — von Primeln, Pulmonaria etc., dreierlei bei den ausländischen Oxalisarten geschlechtlich zu einander gehören und zum Samenertrag sich neben einander finden müssen, dass es an sich selbststerile oder durch besondere Blüthenvorrichtungen an der Selbstbestäubung verhinderte Pflanzen giebt, war man bezüglich des Fruchtertrags und der Erhaltung der Pflanzenart im Garten etc. völlig dem Zufall in die Hände gegeben, man glaubte oft, dass man kein Glück mit der Kultur dieser und jener Pflanzenspecies habe. Die blüten-biologischen Entdeckungen der Neuzeit haben diese Zufälligkeiten eliminirt und dem Pflanzenbau festere Grundlage verliehen. (Erwähnt seien hier z. B. die Entdeckungen Rathay's bezüglich der Sexualitätsverhältnisse der Weinreben.) In gleicher Weise hat man vor der Entdeckung der Wurzelsymbiose viele Orchideen, Ericaceen, Cupuliferen etc. aus Samen gar nicht oder sehr unsicher zu ziehen, junge Pflanzen schwer fortzubringen vermocht und gemeint, dass daran eine sehr hohe Empfindlichkeit dieser Pflanzen gegen die chemische Zusammensetzung des Bodens, Luft, Licht und Feuchtigkeit schuld sei. Jetzt weiss man, dass gewisse Pilze im Boden vorhanden sein müssen, damit die unumgängliche Bildung der Pilzwurzeln und Pilzkammern, der Mykorrhizen und Mykodomatien möglich wird und versteht, weshalb es so vortheilhaft ist, bei der Verpflanzung einer Pflanze den Boden von dem alten Standort mit an den neuen zu übertragen. Der erstere dient dazu den Pilz in den neuen Boden zu verimpfen.

1. Die ectotrophen Mykorrhizen.

Bei den Cupuliferen etc. ist der ganze Wurzelkörper von einem aus Pilzhyphen bestehenden Mantel lückenlos überzogen,

welcher an der Spitze mit jenem fortwächst und mit ihm auch organisch verbunden ist, indem Hyphen desselben zwischen die Epidermiszellen der Wurzel eindringen und sie völlig rings umspinnen, ohne aber in ihr Inneres einzutreten.

Die Mykorrhiza ist von der unverpilzten Wurzel zuweilen äusserlich nicht zu unterscheiden, in der Regel ist aber bei relativ etwas grösserer Dicke des Wurzelkörpers das Längenwachsthum bedeutend vermindert, dafür die Verzweigung eine geförderte, so dass die ebenfalls kurz bleibenden Wurzelzweige in geringen Entfernungen von einander entspringen und die Wurzel dadurch ein korallen- oder büschelförmiges Aussehen gewinnt.

Ausser der gewöhnlich korallenästigen Mykorrhiza, als deren typische Träger einstweilen die Cupuliferen genannt sein mögen, hat Frank noch zwei andere Formen der Mykorrhizen beobachtet. Eine abweichende langästige Mykorrhizaform mit wurzelhaarähnlichen Seitenorganen fand sich z. B. in den trüffelhaltigen Revieren des südlichen Hannovers an Fagus silvatica. Makroskopisch ist sie kaum von einer unbepilzten Wurzel verschieden. Gleich ihr trägt sie sehr lange Wurzelzweige, die weit von einander entspringen und sie ist überall mit feinen, wurzelhaarähnlichen Anhängseln versehen. Das Mikroskop zeigt aber einen Pilzmantel von ausserordentlicher Dicke (etwa von der Hälfte des Radius des Wurzelkörperquerschnittes), aus farblosen pseudoparenchymatischen Pilzelementen bestehend, die, lückenlos verbunden, in zahlreichen Schichten über einander liegen. Die einem Wurzelhaar ähnlichen Gebilde sind nur Bündel von Pilzfäden, die von der Oberfläche des Pilzmantels ausgehen. Sie bestehen aus parallel, aber in einer Ebene verlaufenden, fest mit einander verbundenen Hyphen. Diese Hyphenbänder werden bis 2 mm lang und stehen vorwiegend senkrecht zur Wurzelaxe. Im Verlauf des Bandes zweigen sich die einzelnen Hyphen in den Boden ab. Die Organe sind auch in ihrer Funktion, dem Verhalten zu den Bodenpartikelchen etc. den ächten Wurzelhaaren gleich. Eine dritte fuchsschwanzartige Mykorrhiza fand Frank an Pinus Pinaster vom Cap der guten Hoffnung. Die reichverzweigten Wurzeln erscheinen hier äusserst dicht mit abstehenden groben, haarähnlichen Fädchen besetzt, die nach der Wurzelspitze zu kürzer werden. Die wurzelhaarähnlichen Organe sind aber hier ächte Nebenwurzeln, die in so ungewöhnlicher Zahl, Dichtigkeit des Auftretens, Kürze und Feinheit (3 mm lang, 0,1—0,14 mm dick) auftreten und ektotrophische Mykorrhizen dar-

stellen. Ihr Pilzmantel ist dabei so dick, dass der eigentliche Wurzelkörper nur einen aus wenigen Elementen bestehenden Fibrovasalstrang und eine weitzellige Epidermis darstellt. Die Tragwurzel ist ebenfalls verpilzt. Die den Wurzelhaaren funktionell gleichen Organe werden also hier von beiden Symbioten gebildet, während bei der vorigen Form der Pilz allein sie liefert. Die besondere Form der Mykorrhiza dürfte hier durch den betreffenden Wurzelpilz in erster Linie bewirkt werden, da Exemplare von Pinus Pinaster im botanischen Garten zu Berlin die gewöhnliche Form der Mykorrhiza zeigten.

Die gewöhnliche Form der Mykorrhiza variirt in sekundären Merkmalen sehr nach dem betheiligten Pilz. Die Stärke des Pilzmantels schwankt von dünner, einschichtiger Haut bis zur dicken, vielschichtigen Hülle; die Oberfläche desselben ist bald in seiner ganzen Ausdehnung glatt, so dass nur vereinzelte Pilzfäden sich von der pseudoparenchymatischen Hülle in den Boden fortsetzen, bald gehen Hyphen oder Hyphenstränge in grösserer oder geringerer Zahl in den Boden ab. Schliesslich ist die Färbung eine sehr variabele. Die Hyphen können selbst sehr verschiedene Farbe haben, oder es werden besondere, die ganze Pilzhülle und auch noch die Umgebung färbende Pigmente erzeugt. So fand Frank z. B. an den Buchen- und Monotropaarten der Alefelder Forstreviere kreideweisse, blassrosenrothe, blassviolette, safranrothe, goldgelbe, rostbraune Mykorrhizen.

Die allgemeine Verbreitung der ektotropen Mykorrhizen stellt es allein schon ausser allen Zweifel, dass, wie Frank sagt: „gewisse Baumarten, vor allen die Cupuliferen ganz regelmässig sich im Boden nicht selbständig ernähren, sondern überall in ihrem gesammten Wurzelsystem mit Pilzmycel in Symbiose stehen, welches ihnen Ammendienste leistet und die ganze Ernährung des Baumes aus dem Boden übernimmt". Frank hat zahlreiche Hainbuchen, Buchen, Kastanien (Castanea vesca), Eichen, Haseln, 1—3jährige bis zu 120jährigen, von der verschiedensten Bodenunterlage, wie aus den verschiedensten Gegenden untersucht. Eine grosse Anzahl von Oberförstereien der preussischen Monarchie lieferte auf Veranlassung des Ministers für Land- und Forstwirthschaft Material. Ueberall waren die Wurzeln ausnahmslos, soweit sie noch jung und lebensfähig waren und für die Ernährung der Bäume in Betracht kamen, von dem Pilzmantel, der an der Spitze mit fortwuchs, vollständig eingehüllt und bezogen

allein durch dessen Vermittelung die Nahrung. „Von der äussersten Südwestgrenze, von Saarbrücken, zeigte Buche, Hainbuche und Eiche ebenso ausnahmslos die Mykorrhizen, wie die Buche von der Insel Rügen und wie die Hainbuche von der Ostgrenze aus der Oberförsterei Brödlauken im Regierungsbezirk Gumbinnen, sowie in allen dazwischen liegenden Gegenden, von denen Cupuliferen untersucht worden sind.“ Sie findet sich ebenso in Italien, wie in Dänemark und Norwegen, am Cap der guten Hoffnung (auf Quercus pedunculata, Q. ilex, Castanea vesca) wie in Australien (Fagus Cunninghami, die in Australien einheimische, immergrüne Buche hat typische Mykorrhizen). Höhenlage und verschiedene Bodenfiguration setzen der Mykorrhizasymbiose keine Schranken. In Flussniederungen und Ueberschwemmungsgebieten findet sie sich ebenso wie in ebenen, trockenen Lagen und im Hügel- und Bergland und an der Grenze der Buche und der höheren Bergregion. Bezüglich Deutschlands konstatirte Frank, dass ausser den Cupuliferen zunächst die Bestand bildenden Coniferen, wie die gemeine Kiefer, die Fichte, Tanne, Lärche aus sehr verschiedenen Gegenden die typische Wurzelverpilzung zeigen. Die Fichte hat allgemein auch in den Gebirgen bis zu ihrer obersten Grenze Mykorrhizen z. B. bei der Riesenbaude im Erzgebirge, bei Berchtesgaden in den Alpen und auf dem Brockengipfel im Harz; Gleiches gilt von der Krummholzkiefer. Auch bei Betulaceen (Betula nana, Alnus viridis etc.) und Salicineen fand Frank das Vorkommen von Mykorrhizen weit verbreitet, vom Harz bis zu den Alpen. Bei Kiefer und Fichte ist es aus Norwegen etc., bei Pinus Pinea, P. Pinaster, Populus alba am Cap bestätigt.

Für den Fichtenspargel, Monotropa, ist ein gleich allgemeines Vorkommen der Mykorrhiza wie bei den Cupuliferen nach der ersten Entdeckung von Kamiensky (1881) von den verschiedensten Forschern bestätigt worden. Bald als Moderpflanze, bald als Schmarotzer betrachtet, ist der Fichtenspargel nach unserer gegenwärtigen Kenntniss anfänglich ein Schmarotzer auf Coniferenwurzeln, später aber wird er durch Pilze ernährt (auch die Nestwurz Neottia nidus avis mit endotrophischer Mykorrhiza, die bereits Delpino 1874 erwähnt).

Das Vorkommen der gewöhnlichen Mykorrhizen nach Pflanzenarten zeigt, dass die Mykorrhizapilze nicht mit beliebigen den gleichen Standort theilenden Pflanzenarten in Symbiose treten können. Wenn man z. B. aus Buchenbeständen Boden untersucht, so findet man meist nur die Buchenwurzeln als Mykorrhizen ent-

wickelt. Die ganze krautartige Vegetation wie Oxalis acetosella. Mercurialis perennis, Anemone nemorosa, Asperula odorata, Viola canina, Convallaria multiflora etc., wie auch von Holzpflanzen Hedera Helix, Acer haben pilzfreie Wurzeln mit Wurzelhaaren wie gewöhnliche Pflanzenwurzeln. So fand Frank keine Mykorrhizen oder nur gelegentlich an manchem Standort zur Ausbildung kommend bei Ulmen, Maulbeerbäumen, Platanen, Wallnuss, Apfel- und Birnbaum, Eberesche, Weissdorn, Akazie, Ahorn, Kreuzdorn, Kornelkirsche, Esche, Flieder, Hollunder.

Von Baumarten sind es vor Allem die Cupuliferen (Eichen, Buche, Esskastanie, Hasselnuss), welche die Mykorrhiza besitzen. Zwar nicht so allgemein als bei ihnen, aber an den meisten natürlichen Standorten finden sich Mykorrhizen bei den Salicineen (Weiden und Pappeln) und Coniferen (Pinus, Abies, Picea, Larix), bei Birken, Erlen vereinzelt, bei Schlehen und Linden und wahrscheinlich sind sie noch viel weiter im Pflanzenreich verbreitet (vgl. die Aufzählung von Schlicht bei den endotrophischen Mykorrhizen).

Welches sind nun aber die Mykorrhizenpilze, welche unserem gesammten Nadelwald so wichtige Dienste leisten? Man dachte anfänglich besonders an die Trüffeln, seitdem Rud. Hesse nachgewiesen, dass verschiedene Trüffelarten allenthalben häufig unter dem Laubwerk des Waldes vorkommen, während man sie früher für seltene Gäste hielt oder überhaupt nicht beobachtet hatte. Die Untersuchungen von Frank, Noack u. A. haben aber dargethan, dass es die verschiedensten grösseren Pilze, Hutpilze etc. — das gewöhnliche „Schwammvolk" unserer Wälder sind, welche nicht nur gesellig mit unseren Waldbäumen leben, sondern in wahrer Symbiose, indem sie zeitweilig (von der Mykorrhiza aus) in ihrer Ernährung von den Baumwurzeln gefördert werden und dafür dieser Ammendienste thun. Frank hat ausser den Trüffeln, deren Abhängigkeit von den Baumwurzeln schon lange bekannt ist, als Mykorrhizen bildende Pilze noch aufgefunden: Arten der Täublinge, den Fliegenschwamm — also haben die Giftpilze doch auch einen Nutzen für uns — den Jungfernpilz und Kuhpilz. Fritz Noack hat (Bot. Ztg. 1889) die Mykorrhizen beschrieben, welche die Mycelien von Geaster fimbriatus und G. fornicatus (mit Abies excelsa und Pinus silvestris), Agaricus Russula (bildet rosenrothe Mykorrhizen der Buchen), Ag. terreus (mit Kiefern und Buchenwurzeln), Cortinarius callisteus (mit Fichten), C. coerulescens (mit Buchen), C. fulminans (mit Eichen), Lactarius

piperatus (mit Buchen und Eichen), L. vellereus bildete. Dass aber nicht alle grösseren, Humus bewohnenden Hymenomyceten und Gasteromyceten, wie man hiernach glauben möchte, Mykorrhizen bilden, beweist der Umstand, dass Noack bei Geaster striatus (vgl. dagegen G. fornicatus und fimbriatus), Lycoperdon, Scleroderma und verschiedenen Amanitaarten (vgl. dagegen Ag. muscarius) nie Mykorrhizen fand.

Was die Bedeutung der Pilzsymbiose fur die höhere Pflanze anlangt, so hat Frank folgendes ermittelt und z. Th. experimentell bewiesen: Der Pilz der Mycorrhiza führt dem Baum ausser dem nöthigen Wasser und den mineralischen Bodennährstoffen auch noch organische, direct aus dem Humus und den verwesenden Pflanzenresten, die von dem Pilz durchwuchert und zum guten Theil in Pilzsubstanz umgewandelt werden, entlehnte Stoffe zu. Zu dieser unmittelbaren Wiederverwerthung organischer vegetabilischer Abfälle für die Ernährung wird der Baum nur durch den Mykorrhizapilz befähigt. Die Bedeutung des Humus und der Waldstreu für die Ernährung des Waldes erhält durch die Entdeckung dieses Vermögens grüner Pflanzen, sich mittelst der Mykorrhiza direct aus Humus zu ernähren, eine neue theoretische Begründung. Wie die Mykorrhizaernährung hauptsächlich da von Bedeutung ist, wo es, wie bei der Ernährung der Bäume auf die Produktion grösster Quantitäten vegetabilischen Stoffes ankommt, wo also die unmittelbare Wiederverwerthung der vegetabilischen Abfälle, der gewaltigen Masse von Aesten, Zweigen, Thierresten etc. von grösstem Nutzen ist, so kann die Mykorrhiza ihren Dienst auch da thun, wo diese Ernährung aus Humus wegen Chlorophyllmangels der Pflanze zur Nothwendigkeit wird, z. B. bei Monotropa hypopithys (vgl. auch die Schuppenwurz, Lathraea Squamaria und Bartsia alpina bei den Bakterien).

Die Mykorrhizen finden sich nur in solchem Boden, der humöse Bestandtheile oder unzersetzte Pflanzenreste enthält, mit der Menge der vorhandenen Humussubstanz fällt oder steigt die Entwicklung der Mykorrhiza. Die Allgemeinheit dieser Verbindung zwischen der Wurzel und dem Pilzmycel zu einem morphologisch selbstständigen Organ bei den Cupuliferen erklärt sich daraus, dass diese Pflanzen überhaupt nur auf einem an Humus oder Dammerde reichen Boden in der Natur vorkommen oder angebaut zu werden pflegen. Bei Bäumen, welche nicht constant, oder nur ausnahmsweise Mykorrhizen haben, ist dies immer nur der Fall, wenn der

Boden einen grossen Reichthum an den genannten Substanzen aufweist. Es kann sogar an ein und derselben Wurzel eine stellenweise Bildung unverpilzter Saugwurzeln entstehen, wenn dieselbe theils durch humusfreien, theils durch humushaltigen Boden geht. Dass nur in letzterem die Mykorrhizapilze mit der Wurzel in Symbiose treten, beweisen u. A. die Experimente Franks, der in sterilisirtem Nährboden nur unbepilzte Wurzeln mit normalen Wurzelhaaren, in nichtsterilisirtem Nährboden vom natürlichen Standort der Bäume aber stets die Mykorrhiza erhielt. Dieselben ergaben ferner, dass Buchen sowohl in humusfreiem Boden, wie auch bei Vorhandensein von Humus in pilzfreier Kultur sich nur schlecht ernähren lassen, meist verkümmern und früh absterben, während in Parallelkulturen mit Mykorrhizapilzen alle Pflanzen üppig gedeihen.

Bei Monotropa und anderen chlorophyllfreien Pflanzen, die allein nicht im Stande sind, Kohlenstoff zu assimiliren, besorgen die Mykorrhizapilze die Kohlenstoffassimilation und erschliessen Stickstoffquellen; bei den chlorophyllhaltigen Pflanzen ist es dagegen wahrscheinlich, dass sie hauptsächlich die Erschliessung des Humusstickstoffes bewirken.

Die Mykorrhizapilze finden in der lebenden Pflanzenwurzel allem Anschein nach ihre Lebensbedingungen nicht, es müssen daher andere chemische oder physikalische Vortheile sein, welche den Pilz zur Mykorrhizabildung veranlassen und welche dem Pilz als Gegenleistung dienen.

Indem der Pilz, der sich bei den beschriebenen Formen der ektotrophen Mykorrhizen auf der Oberfläche der Wurzel befindet. sich immer tiefer zurückzieht, kommen sodann

2. die endotrophen Mykorrhizen

zu Stande, wie sie gegenwärtig hauptsächlich in zwei Typen, bei den Orchideen, den Ericaceen bekannt sind.

Mykorrhizen der Ericaceen sind zuerst von Frank bei Andromeda polifolia, von mir bei der Heidelbeere beobachtet worden. Frank hat sodann ihre weitere Verbreitung constatirt bei den Ericaceen im weitesten Umfang, bei den unsere Ericaceen vertretenden Epacrideen (Epacris impressa, Styphelia serratula) und als Moorbewohner ihnen nahestehenden Empetraceen.

Sie sind bei Vaccinium Myrtillus und Idaeea um Greiz wie um Berlin und auf Rügen gefunden worden und dürften allgemein vorhanden sein, ebenso bei Vaccinium Oxycoccus, V. uliginosum,

V. macrocarpum, Calluna vulgaris, Ledum palustre, Rhododendron ponticum, Azalea indica. Kerner gibt auch bei Pirolaarten Mykorrhizen an, doch hat Frank bisher solche nicht gefunden.

Bei der endotrophen Mykorrhiza der Ericaceen und Empetraceen (Empetrum nigrum) bilden die Pilze in den besonders weiten Epidermiszellen Nester- und Hyphenknäuel, die durch Fäden unter sich und mit epiphytisch wachsenden Pilzfäden zusammenhängen. Die Wurzeln sind sehr lang, aber haarförmig dünn, nur 50—70 μ, bisweilen nur 0,03 μ dick, mässig verzweigt. Bei den dünnsten ist ausser der Epidermis, die im Umfang oft nur sechs Zellen hat, nur noch ein dünner, aus engen Tracheen und Siebelementen bestehender Gefässstrang vorhanden, bei dickeren Wurzeln kommt noch eine ein- oder wenigschichtige Rinde hinzu. Da die Wurzelhaare fehlen, macht die Epidermis den hauptsächlichsten Theil des Wurzelkörpers aus. Ihre Zellen sind ziemlich dickwandig nnd von weiter Lichtung und erscheinen zum grösseren Theil angefüllt mit einer farblosen, trüben Masse, die erst bei genauerer Beachtung sich als ein Complex sehr feiner, durcheinandergeschlungener Pilzhypen erweist, die wie bei Sclerotien eine Art Pseudoparenchym bilden. Diese Pilzausfüllung der Epidermiszellen kann man hart bis an die Wurzelschicht verfolgen. Neben den intercellularen Pilzknäueln trifft man meist auch oberflächlich den Wurzelkörper umspinnende Pilzfäden, entweder reichlich oder doch vereinzelt. Ihr Zusammenhang mit dem intercellularen Pilzelement geht später verloren. Hier wie bei der Mykorrhiza der Orchideen ist es das lebende Plasma, welches den Pilzkörper aussaugt und seiner Eiweissstoffe beraubt. Die Pilzfäden enthalten in den ersten Stadien reichlich Protoplasma, werden aber dann leer, collabiren und scheinen nur noch aus der unverdaulichen Pilzcellulose zu bestehen, „der Pilzklumpen hängt ausgesogen in dem Plasma der Zelle wie die Fliege im Spinnennetze oder die Blattlaus in den Digestionsdrüsen der Droserablätter“. Auch chemisch zeigen die Pilzklumpen diese Veränderung, indem sie ihren reichen Eiweissgehalt an das Zellplasma abgeben. Der Eiweissgehalt lässt sich hier deutlich durch Erwärmen in einer Anilinblaulösung nachweisen. So ergeben nach Frank z. B. die Wurzeln von Ledum palustre und Empetrum nigrum sehr instructive Bilder. Von der Wurzelspitze aus enthalten die Epidermiszellen einen tiefblau gefärbten Inhalt, der aus dem Pilzkörper besteht; nur pilzfrei gebliebene Epidermiszellen bleiben

ungefärbt. In den älteren Wurzeltheilen dagegen ist zwar der Pilzkörper noch erkennbar, bleibt aber hier so gut wie farblos, ist also offenbar ausgesogen, seiner tinctionsfähigen Eiweissstoffe seitens der Wurzel beraubt worden.

Die endotrophen Mykorrhizen vom Typus der Orchideen sind ihrem Vorkommen und ihrem Bau nach denen der Ericaceen verwandt. Wie bei allen Mykorrhizen dürfte es sich auch hier in letzter Instanz um die Nutzbarmachung des Humus handeln, aber bei den Ericaceenmykorrhizen, wie bei den Orchideenmykorrhizen, deren Typus eine weite Verbreitung im Pflanzenreich hat, wird indirekt erst der im Humus erstarkte und von ihm aus mit Eiweissstoffen erfüllte Pilz von dem Protoplasma ausgezogen und verzehrt. Es beweisen dies die mikroskopischen Befunde wie auch die Tinctionen der Wurzeln mit Anilinblau. Es ist schon lange bekannt (vgl. die Litteraturangabe in der Arbeit von W. Wahrlich, Bot. Ztg. 1866), dass die Rindenzellen der gewöhnlichen Wurzeln beziehentlich der Rhizome (bei den wurzellosen Arten wie Corallorrhiza innata, Epipogon Gmelini etc.) der Orchideen (nicht die Knollen) fast regelmässig eine gelbliche, knäuelförmige, fast die ganze Zelle ausfüllende Pilzmasse enthalten, die aus aufgewundenen und verschlungenen, mit Querwänden versehenen Hyphen bestehen. Die Pilzknäuel stehen mit einander in Zusammenhang durch Hyphen, welche die Zellwand durchbohren und sind von dem ersten Auftreten in der Zelle bis an ihre Auflösung vollständig in dem lebensthätigen Protoplasma der Wurzelzellen eingeschlossen. Frank hatte früher den Urheberpilz Eidamia benannt; W. Wahrlich hat Fusisporiumconidien, Megalosporen und Perithecien gefunden und die Arten Nectria Vandae Wahrl. (auf Vanda suavis), N. Groshankiana Wahrl. (auf Vanda tricolor) aufgestellt. Er ist geneigt, alle Orchideenpilze zu der Gruppe Nectria zu stellen. Die Betheiligung so vieler verschiedener Pilzspecies bei den übrigen Mykorrhizen, negative Kulturversuche Franks mit den Orchideenmykorrhizen, wie auch die allgemeine Verbreitung des in Rede stehenden Mykorrhizentypus machen aber dies fraglich. Jedenfalls sind hier noch mehr Kulturversuche nöthig.

Am vollständigsten sind die Orchideenmykorrhizen entwickelt und sie finden sich ganz ausnahmslos bei den chlorophyllfreien Arten wie bei unserer einheimischen Neottia nidus avis, Corallorrhiza innata, Epipogon Gmelini. Johow fand sie in Westindien an den

Humus bewohnenden Voyriaarten (auf Trinidad und Dominica, so auf V. trinitatis, V. tenella, V. aphylla), traf aber auch bei den übrigen Saprophyten Westindiens oft Pilzmycelien. In den grünen Orchideen finden sie sich gleichfalls sehr verbreitet, aber nicht mit solcher Regelmässigkeit wie dort. So traf Frank bei Epipactis latifolia und Listera ovata pilzfreie Wurzeln, während z. B. Platanthera bifolia, Orchisarten Mykorrhizen hatten. Die chlorophyllfreien Orchideen haben die endotrophen Pilzwurzeln ebenso nöthig, wie Monotropa die ektotrophen als humusassimilirende Organe, während sie bei den chlorophyllhaltigen Arten mit dem Humus vorkommen oder fehlen.

Mac Millan fand auch in dem chlorophyllführenden Theil der Luftwurzeln bei Cattleyaarten und Stanhopeaarten Mycelien, bei Cattleya knotenartige Anschwellungen.

Alb. Schlicht hat dieselbe Mykorrhizenform wie bei den Orchideen bei vielen anderen humusbewohnenden Kräutern aus den verschiedensten Familien nachgewiesen und zwar in den ganz feinen Wurzelfasern, die bisweilen einen Durchmesser von nur 0,04 mm haben, in denen sie dann constant zu finden sind. Das Vorkommen in diesen feinsten Wurzelfasern ist wohl auch die Ursache, dass man bis dahin die allgemeine Verbreitung endotropher Mykorrhizen ganz übersehen hatte. Sie fanden sich bei folgenden Familien und Arten:

Papilionaceen: Lotus corniculatus, Trifolium repens, Melilotus vulgaris.

Rosaceen: Fragaria vesca, Rubus Idaeus, Geum rivale, G. rivali-urbanum.

Oenothereae: Epilobium parviflorum.

Umbelliferae: Hydrocotyle vulgaris, Sanicula europaea, Daucus Carota, Chaerophyllum temulum.

Geraniaceae: Geranium Robertianum.

Oxalideae: Oxalis acetosella.

Hypericaceae: Hypericum perforatum.

Violaceae: Viola palustris.

Ranunculaceae: Myosurus minimus, Ranunculus acris, R. bulbosus, R. repens, R. sardous, R. Lingua, Caltha palustris.

Primulaceae: Lysimachia nemorum, Primula elatior.

Borragineae: Echium vulgare.

Labiatae: Mentha aquata, M. arvensis, Stachys silvatica, Scutellaria galericulata, Prunella vulgaris.

Plantagineae: Plantago lanceolata.

Campanulinae: Jasione montana.

Rubiaceae: Galium verum.

Compositae: Helichrysum arenarium, Erigeron canadensis Achillea millefolium, Anthemis arvensis, Leontodon hispidus, Taraxacum officinale, Lampsana communis.

Dipsaceae: Knautia arvensis.

Valerianaceae: Valeriana officinalis.

Smilaceae: Majanthemum bifolium, Paris quadrifolia.

Gramineae: Holcus lanatus, Festuca ovina.

Bei folgenden, von A. Schlicht untersuchten Pflanzen fehlte dagegen die Mykorrhiza: Crassulaceae: Sedum acre; Umbelliferae: Daucus Carota, Petroselinum sativum; Sclerанthaceae: Scleranthus annuus; Oleraceae: Chenopodium album; Droseraceae: Drosera longifolia; Cruciferae: Brassica Napus, B. nigra, Lepidium sativum, Capsella bursa pastoris; Papaveraceae: Papaver somniferum; Ranunculaceae: Nigella sativa, Ranunculus fluitans'; Irideae: Iris pseudacorus; Gramineae: Corynephorus canescens, Avena sativa; Cyperaceae: Carex arenaria, C. flava.

Als Mykorrhiza dürfte auch die Pilzsymbiose zu deuten sein, welche R. Kühn an den Wurzeln der Marattiaceen und Ophioglosseen, sowie in dem Polstergewebe von Lycopodium inundatum constatirt hat.

3. Die Mykodomatien der Erlen und Eläagnaceen bilden an den Wurzeln dieser Bäume Knollen bis zu Kopfgrösse, welche aus korallenähnlichen, sehr verzweigten kurzen und dicht beisammenstehenden Wurzelästchen bestehen, die durch einen Vegetationspunkt an ihrer Spitze wachsen und sich verzweigen. An den Erlen wurden sie 1866 von Woronin entdeckt; sie finden sich an allen Erlen, in besonders mächtiger Entwicklung aber an feucht gelegenen Wurzeln derselben, da, wo reicher Humusgehalt des Bodens vorhanden ist. An den Eläagnaceen hat sie Warming entdeckt. Die einzelnen Wurzeläste der Knollen bestehen aus einem centralen Gefässstrang, der von dicker, parenchymatischer Rinde umgeben ist. In letzterer lassen sich kleinere, stärkehaltige, aber pilzfreie Zellen und grössere Zellen unterscheiden, die Zellkern und Protoplasma, in letztere eingeschlossen aber die die Zelle fast ganz ausfüllenden Pilzkörper enthalten. Der Pilz bildet einen traubenförmigen Complex, an dessen Peripherie dicht neben einander blasenförmige

Zellen in hohlkugelförmiger Anordnung sich befinden, die später im Innern in kleinere, sporenartige Körper zerfallen. Das sehr dünnfädige Mycelium wächst mit der Wurzel weiter und bildet zunächst in den Wurzelspitzen dicht verschlungene knäuelartige Massen, die noch keine blasenförmige Anschwellungen zeigen; erst später werden letztere gebildet, zuletzt findet ein Zerfall dieser in die sporenartigen Körperchen statt. Brunchorst glaubte in den Blasen Sporangien, in dem Inhaltskörperchen Sporen zu sehen. Frank, der sich Anfangs gegen die pilzliche Natur der Gebilde überhaupt erklärte, dieselben für normale Eiweisablagerungen der Pflanze selbst hielt, aber durch die Möller'sche Rehandlung der Schnitte durch Chloralhydrat sich nachdem wieder von ihrer Pilznatur überzeugte, hat auch hier die wahre Bedeutung der von Lundström als Mykodomatien bezeichneten Gebilde erkannt. Es handelt sich bei diesen Mykodomatien um ganz ähnliche Pilzknäuel wie bei den Orchideen etc., die von aussen in die Erlenwurzel gelangt, hier eine eigenthümliche Umwandlung erfahren. „Wenn der Pilz in der Zelle zu einem mächtigen Fadenknäuel erstarkt ist, blähen sich die peripherisch gelegenen Partien der Fäden blasenförmig auf, und diese Blasen erfüllen sich mit einer Substanz in Form einer einfachen, oder aus mehreren Portionen bestehenden rundlichen, stärker lichtbrechenden Masse, welche sehr stark auf Eiweiss reagirt; der traubenförmige Körper tingirt sich jetzt beim Erwärmen mit Anilinfarbenlösung sehr intensiv. Der Pilz ist nun durch den Einfluss des Erlenprotoplasmas degenerirt, zu einem eiweissstrotzenden Monstrum verbildet. In einer späteren Periode werden diese Pilzkörper von der Pflanze ausgesogen und ihrer Eiweissstoffe beraubt. Denn in den etwas älteren Partien der Wurzelanschwellungen finden wir an Stelle der traubenförmigen Einschlüsse einen anscheinend nur aus Pilzcellulose bestehenden, nicht mehr tinctionsfähigen, also allen Eiweisses beraubten, zusammengeschrumpften, und in seiner Structur ganz undeutlich gewordenen Körper zurückgeblieben. Die Wurzelanschwellungen sind von vieljähriger Dauer; jedes Jahr wachsen sie an ihren Spitzen weiter, mit ihnen aber auch der Pilz und so wiederholt sich das Spiel von Neuem.“ Die blasenförmigen Aufblähungen sind nach Frank gestaltlich wie stofflich analog den aufgeblähten, mit Eiweiss erfüllten, keulen- oder kopfförmigen Bacteroidenformen der Leguminosenknollen. Die eiweisserfüllten, durch das Zellplasma des Wirthes degenerirten, und ihrer Entwicklungsfähigkeit beraubten Pilzgebilde werden durch das Plasma ausgesogen und verdaut.

Welcher Pilz oder welche Pilze die Mykodomatien der Erlen und Eläagnaceen erzeugen, ist noch zu ermitteln. Jedenfalls dürften die in den Erlenwurzeln beobachteten Gebilde, die als Frankia Alni (Wor.) Magn. bis auf Weiteres zu bezeichnen sind, der Analogie der Mykorrhizen nach zu schliessen, ausserhalb der Pflanze andere Entwicklungsglieder besitzen. Der Pilz der Mykodomatien der Myrica Gale wird von H. Möller als Frankia Bruchorstii Möll. unterschieden.

Aeusserlich gleichen den Mykodomatien der Leguminosen — deren einige nach den Knollen benannt sind, wie Lathyrus tuberosus etc. —, der Erlen etc. die Knollen der Cyperaceen, Juncaceen etc. vollständig, sie stellen aber in ihren letzten Stadien völlig von den Sporen des sie verursachenden Brandpilzes (Schinzia Aschersoniana etc.) erfüllte Gallen dar. Der üppige Wuchs der von ihnen befallenen Pflanzen lässt indessen vermuthen, dass auch diese an den dünnen Wurzelfasern entstehenden Knollen Feuchtigkeit und vor der Sporenbildung Nährstoffe für die Wirthspflanze aufspeichern, dass sie eher als Mykodomatien, als Gallen, Mykocecidien, zu betrachten sind.

Hymenomycetensclerotien.

§ 202. Wie unter den Discomyceten die Sclerotien, unter den Pyrenomyceten Claviceps etc., so bilden auch bei einer Reihe von Hymenomyceten die Mycelien rundliche, derbe, knollenförmige Dauerzustände, Sclerotien. So findet man im Frühjahr häufig an den faulenden Blättern der Gärten etc. kleine, samen- bis erbsenartige Gebilde, aus denen später bei der Aussaat lange, fädige Fruchtkörper erwachsen. Ich fand in meinem Garten an den verschiedensten Blättern (z. B. von der Rose, von Deutzia etc.) regelmässig dreierlei Sclerotien, von denen die einen beim Trocknen schwarz werden, völlig samenähnlich sind — sie gehören zu Typhula variabilis (Riess) und wurden früher als Sclerotium Semen bezeichnet; ferner das etwas grössere, flache, unregelmässig gestaltete, trocken röthliche, hornartig durchscheinende Sclerotium complanatum, zu Typhula complanata (Schröt.) gehörig, und erbsengrosse blassgelbliche, kugelige, trocken an einer Stelle eingedrückte Sclerotien, aus denen Brefeld eine Pistillaria zog. Schröter führt in der Kryptogamenflora von Schlesien noch auf:

Sclerotium laetum, fleischfarbige, kleine Knötchen an abgestorbenen Stengeln und Blättern bildend, zu Pistillaria micans (Pers.) Fr.

Scl. inclusum (kleine, flache, schwärzliche Scheiben unter der Oberfläche abgestorbener Blätter, besonders von Pappeln bildend), gehört zu Typhula ovata (Pers.) Fr.

Scl. crustuliforme (längliche, schwarzbraune, runzlige Schwielen auf Stengeln etc.) zu Typhula erythropus (Pers.) Fr.

Kleine, flache, braune Sclerotien, zu Typhula gyrans (Batsch.) Fr.

Schwärzliche Sclerotien auf abgestorbenen Stengeln von Adenostyles albifrons zu Typhula (Persoonii) sclerotioides (Pers.) Fr.

Scl. scutellatum (halbkuglig, flach niedergedrückt, regelmässig schwarzbraun, auf faulenden Blättern, besonders von Fraxinus, zu Typhula phacorrhiza (Reichard) Fries gehörig.

Rostrup fand in den Stengeln und Blättern der Zuckerrübe die Sclerotien der Typhula Betae Rostr., die nicht wenig Schaden zu verursachen scheinten.

Diese Sclerotienkrankheit wird dadurch begünstigt, dass man die Stengel auf den Feldern lässt.

Das Sclerotium truncorum zu Hypochnus centrifugus bildet auf Rinde weissliche oder gelbliche, rundliche bis hanfkorngrosse Knöllchen.

Coprinus sterooararius bildet im Mist schwärzliche, kuglige bis über erbsengrosse Sclerotien (Scl. stercorarium), Galera conferta (Fr.), bis 2 cm grosse, schwarzbraune Sclerotien in Gerberlohe (Scl. vaporarium), Lepiota cepaestipes (Agaricus cretaceus Bull.), weisse, senfkorngrosse, in Massen auf der Erde der Blumentöpfe in Gewächshäusern zusammenliegende Sclerotien (Scl. mycetosporum). — Häufig ist mit der Sclerotienbildung der Mycelien die Eigenschaft der Phosphorescenz verbunden, so z. B. bei den Collybiaarten (Collybia cirrhata auf faulendem Schwefelkopf — Hypholoma fasciculare — und Collybia tuberosa auf faulenden Täublingen und Milchschwämmen).

Von besonderem Interesse sind noch eine Reihe grosser (bis kopfgrosser) Sclerotien, deren Zugehörigkeit zu Polyporeen und Agaricineen erst in der Neuzeit festgestellt worden ist und deren merkwürdigen Bau Ed. Fischer neuerdings näher untersucht hat.

Es sind dies zunächst das an den Wurzeln der Kiefern etc. in China, Carolina, auch in Frankreich und der Schweiz aufgefundene Pachyma Cocos Fr. Man versteht darunter grössere, knollige, unregelmässig, meist rundlich geformte Körper, die eine dünne, braune oder schwarze, runzelige Rinde und eine compakte, homogene, weisse oder gelblich-

weisse Innenmasse unterscheiden lassen. Letztere ist in trockenem Zustand holzhart, aufgeweicht lässt sie sich in brotkrumenähnliche Stücke zerbröckeln. Sie zeigt mikroskopisch innig in einander verflochten, erstens gekröseartig gewundene, oft korallenartig verzweigte, sehr unregelmässig gestaltete, stark lichtbrechende Körper, zwischen ihnen grössere, unregelmässig gestreifte Klumpen, die gleichfalls stark lichtbrechend sind und drittens gleichfalls sehr lichtbrechende dünne Hyphen. Nach Fischer dürften die lichtbrechenden Körper aufgespeicherte Reservestoffe darstellen. Der Pilz ist ein holzzerstörender Parasit, der den Holzkörper fast ganz auflöst und dem befallenen Baum empfindlichen Schaden zufügt, indem Wurzeln oder Stücke derselben durch ihn völlig abgeschnitten werden. Zwar kennt man die zugehörige Pilzfrucht noch nicht, doch zeigen Pachyma Malaccense Schröt. und verwandte Knollen, welche die Sclerotien von Polyporus sacer Fr. und Polyporus scleropodius Lév. sind, einen so ähnlichen Bau, dass man vermuthen muss, dass auch zu ihm ein Polyporus gehört.

Eine andere Sclerotienbildung, die seit Rumph als „Tuber regium" bekannt ist, aber der lichtbrechenden Körper entbehrt, hat als Fruchtkörper Lentinus Tuber regium Fr. Dem Tuber regium gleiche Sclerotien bilden noch Lentinus scleroticola Murray aus Samoa, Lentinus Cyathus Berk. et Broome aus Queensland, Lentinus princeps Fr. aus Madagaskar und Lentinus Woermanni Cohn et Schröter aus Kamerun (Pachyma Woermanni).

Nach Cohn und Schröter schliesst sich den letzteren Sclerotien auch Mylitta an. Mylitta australis Berk. (Notihydnum australe) kommt in Australien (Victoria, Tasmanien, Neu-Süd-Wales, Queensland) vor und wird dort von den Eingeborenen nach Fischer gegessen, woher sie den Namen „Native Bread" erhalten hat. Sie erreicht riesige Dimensionen; so beschreibt mir mein Freund J. G. O. Tepper in Norwood (Südaustralien) Exemplare, die getrocknet 15 cm im Durchmesser haben, nachdem sie so hart und schwer wie ein Stein geworden (eine kleinere Form von regelmässiger Gestalt findet sich nach Tepper in den niederen Eucalyptuswäldern, den Mallee-scrubs, wo sie aber meist in dem Sandboden, in dem sie eingebettet ist, durch Eisenoxyd verkittet wie versteinert ruht). Nach Fischer ist der ganze Körper von einer dunklen Rinde umgeben und aus polyedrischen, durchscheinenden Partieen eines Gallertgeflechtes bestehend (die hornartig erhärten). Dieselben

sind durch weisse Adern stark verkrümmter Hyphen von einander getrennt. Die ganz ähnlich gebaute Mylitta lapidescens Horaninow (Lûi-uôn), die in Indien, China, Japan, Jamaica, Puerto Rico vorkommt, ist das Sclerotium von Agaricus (Omphalia) lapidescens Cohn et Schröt. Das letztere Sclerotium ist nur kleiner (1—2 cm im Durchmesser) und hat an der Oberfläche eine eigenthümliche, aus Leisten bestehende mäanderähnliche Zeichnung.

II. Kreis: Die Algen.

§ 203. Obwohl zahlreiche Parallelformen zwischen Pilzen und den durch den grünen Chlorophyllfarbstoff ausgezeichneten und dem Wasserleben angepassten Algen bestehen, auch die Ansicht veraltet ist, dass nur die letzteren es vermöchten sich von unorganischen Stoffen zu ernähren (vgl. die Nitrobakterien), kann es doch als sicher gelten, dass der Ausgangspunkt der Pflanzenentwicklung bei den Algen zu suchen ist. Denn die asexuelle Pilzreihe hebt bei den zwar chlorophyllfreien aber algenähnlichen und den Algen sehr nahe stehenden Algenpilzen, den Phycomyceten an und andrerseits schliessen sich an sie in natürlicher Verwandtschaft die Armleuchtergewächse, Moose, Farnpflanzen und die Blüthenpflanzen in fortlaufender Reihe an. Auch die Urthiere, Protozoën, sind durch zahlreiche Zwischenglieder mit den Algen verbunden.

Es hat sonach der Pflanzenkreis der Algen für uns zunächst ein besonderes Interesse als Ausgangspunkt des Pflanzenlebens überhaupt. Während man früher annahm, dass Algen nur unorganische Nährstoffe aufzunehmen vermögen, hat aber die Neuzeit gezeigt, dass es unter ihnen viele Formen giebt, die gleich den Pilzen saprophytischer Ernährung fähig sind und charakteristische, chemische Spaltungen einzuleiten vermögen, dass es ferner unter ihnen ächte Parasiten giebt und dass eine Reihe höherer Pflanzen und Thiere, das Assimilationsvermögen der grünen Algen sich zu Nutze machend, sich von ihnen regelmässig ernähren lassen, mit ihnen zum Theil in einfaches Symbioseverhältniss getreten sind, zum Theil aber auch sich mit ihnen zu neuen Aggregationsarten zusammengethan haben. Eine geringe Zahl von Algen oder Tangen findet zudem Verwendung in der Industrie, der Wissenschaft und im menschlichen Haushalt.

Im Wasser bilden schliesslich die Algen die Grundbedingung alles Lebens; denn nicht nur höhere Wasserthiere, wie unsere Fische leben vielfach ausschliesslich von Algen (der Schlammgeruch und Schlammgeschmack der Teichfische rührt z. B. von den Oscillariaceen her), sondern die niedersten Thiere, Protozoën, niedere Kruster etc., welche höheren Thieren zur Nahrung dienen, bauen ihren Körper durch Algenernährung auf. Daher enthält auch der Guano, der Koth der Meervögel, welche von Fischen und anderen höheren Meerthieren leben, noch die schönsten und seltensten Exemplare der Kieselalgen, deren Inhalt vielleicht erst Infusorien, dann mit diesen höhere Gliederthiere und Larven, zuletzt Fische und in diesen die Vögel genährt hat und deren Kieselschalen durch all diese Verdauungswege hindurch intakt geblieben sind.

Die Lebensweise der Algen ist, abgesehen von deren Bedürfniss eines hohen Feuchtigkeitsgehaltes, den verschiedensten Lebensverhältnissen angepasst. Die meisten lieben frisches, unverdorbenes Wasser, andere kommen wie die blaugrünen Schwingalgen, Oscillarien, in fauligem mit organischen Stoffen erfülltem Wasser vor. So traf ich in Teichen im Frühjahr häufiger über kopfgrosse, dunkle, pelzartige Klumpen von verpestendem Geruch, von denen ich erst glaubte, dass sie aus thierischen, den Fischen vorgeworfenen Abfällen beständen. Die volksthümliche Bezeichnung als „Krötengrütze" und die Versicherung, dass nie thierische Abfälle in die betreffenden Teiche geworfen worden, veranlasste mich zu näherer Untersuchung und diese ergab, dass diese Massen aus faulenden von Oscillarien völlig durchfilzten Massen von Amphibienlaich bestanden. Manche Gattungen, wie unsere Zygnemeen, Oedogoniaceen etc., die oft dichte grüne Watten an der Oberfläche der Gewässer bilden, kommen vorwiegend in stehendem oder nur schwach fliessendem Wasser vor, andere, wie Lemanea, Ulothrixarten, Cladophora glomerata, gewisse Bacillariaceen lieben reissende Gebirgswässer und Wasserfälle, manche leben besonders an Bretterwänden, Felsen, Baumrinden. In den Saftflüssen der Buchen und Linden traf ich nicht selten eine Arten- und individuenreiche Algenansiedelung, die dem ausfliessenden Saft ein dunkles, zuweilen an Stiefelwichse erinnerndes Aussehen verleiht. Anders sind ferner die Algenansiedelungen in Gewässern mit kalkigem, mit lehmigem und eisenhaltigem, mit sandigem Untergrund etc. Die einen lieben ganz kaltes Wasser und sterben ab, sobald das Wasser höhere Temperaturgrade erreicht; andere finden sich wieder nur in heissen

Quellen, wie z. B. Lyngbya thermalis, die in den Schlammvulkanen und in den Geysirs Islands vorkommt. — Die Meeresalgen sind einem bestimmten Salzgehalt angepasst, geben einen Theil ihrer Farbstoffe ab und sterben ab, wenn man sie in süsses Wasser bringt. Der Blasentang, Fucus vesiculosus, welcher in der Ostsee, deren Wasser in Folge geringen Salzgehaltes ein niederes specifisches Gewicht hat, an seinem Thallus Paare grosser ellipsoidischer Schwimmblasen trägt, entbehrt dieser Schwimmblasen in dem durch seinen hohen Salzgehalt schweren Wasser des mittelländischen Meeres.

Fortpflanzung der Algen. Während die niedersten Algen, die den Schizomyceten oder Bakterien entsprechenden Spaltalgen oder Schizophyceen sich nur durch einfache Zweitheilung der Zellen und durch Bildung ungeschlechtlicher Dauersporen vermehren, haben die meisten Algen neben der ungeschlechtlichen Vermehrung noch eine geschlechtliche. Die erstere besteht bei den Florideen in der Bildung sofort keimfähiger ruhender Sporen, meist in der Vierzahl (Tetrasporen), während bei den meisten anderen Algen mit Wimperhaaren (Cilien) in verschiedener Anzahl versehene, selbstbewegliche Schwärmsporen gebildet werden, die nach längerem Umherschwärmen erst zur Ruhe kommen, direkt oder nach vorhergegangener Einkapselung und Theilung keimen. Die geschlechtliche Fortpflanzung findet entweder so statt, dass zwei membranlose Zellen (Gameten) mit einander in Berührung treten und verschmelzen (das Resultat dieser Verschmelzung ist die Dauerspore oder Zygote, die Verschmelzung wird als Copulation bezeichnet), oder (bei den Florideen) so, dass der meist haarförmige Fortsatz (Trichogyn) eines mehrzelligen weiblichen Geschlechtsapparates (Procarpiums) als Empfängnissorgan funktionirt und nach der Befruchtung durch ruhende (passiv bewegte) männliche Zellen (Spermatien), die in oder auf besonderen Trägern (Antheridien) gebildet werden, verschrumpft, während das Procarp zur Frucht wird. Die erste Art der Befruchtung, „die Gametenbefruchtung“ kann wiederum in verschiedener Weise vor sich gehen, je nachdem die Gameten beweglich oder unbeweglich sind. Es können nämlich die Gameten die Form von Schwärmsporen haben (sie haben aber im Gegensatz zu den ungeschlechtlichen Schwärmern immer nur zwei Cilien). Dieselben schwärmen im Wasser umher und verschmelzen dann zu zweien, nachdem sie die Zellhaut verlassen haben, um eine Ruhezygote zu bilden. So ist es z. B. bei den Confervaceen, Protococcoi-

deen, Botrydiaceen. Oder es können zweitens unbewegliche Gameten verschmelzen („Conjugation"), sei es, dass zwei Zellen verwachsen, deren Inhalte als Gameten nach Resorption der Scheidewand die Dauerspore bilden (bei den Zygnemeen), oder, dass die copulirenden Zellen aufreissen, die beiderseitigen Inhalte ausstossen, aus denen die Spore wird (die Zygosporen der Desmidiaceen und die Auxosporen der Bacillariaceen). Drittens können die einen (männliche) Gameten mit Wimpern versehene Schwärmsporen (Spermatozoiden) sein, während die anderen unbeweglich und in einem Oogonium (einer Mutterzelle) verbleiben, daselbst nach der Befruchtung zur Oospore werden. Die Mutterzellen der männlichen Gameten heissen wie bei den Florideen Antheridien.

§ 204. Im Folgenden wollen wir nur die Eintheilung der Algen erörtern und einige der charakteristischsten Arten kurz schildern, bevor wir auf die oben angedeuteten Eigenschaften der Algen näher eingehen. Die Algen zerfallen in:

1. Schizophyceen oder Spaltalgen von spangrüner, blaugrüner, rother, violetter, nie rein chlorophyllgrüner Färbung. Vermehrung durch Zweitheilung, zuweilen ausserdem durch ungeschlechtliche Dauersporen.

2. Bacillariaceen (Diatomaceen), Kieselalgen. Einzellige Algen, zuweilen zu bandförmigen oder durch Schleim verbundenen Familien vereinigt, bleibend mit verkieselter aus zwei ineinandergeschobenen Schalen bestehender Zellhaut, welche meist zierliche, durch Punkte, Gruben, Rippen, Streifen etc. gebildete Sculpturen trägt. Die Färbung ist eine gelb- oder goldbraune, an runde oder plattenförmige Protoplasten gebunden. Vermehrung durch Zweitheilung.

3. Chlorophyceen. Algen im engeren Sinn, Grüntange, durch chlorophyllgrüne Färbung ausgezeichnet.

4. Phaeophyceen, Brauntange. Meist braun oder schwarzbraun gefärbt mit stets zweiwimperigen geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Schwärmzellen. Meist Meeresbewohner.

5. Rhodophyceen oder Florideen, Rothtange. Von rother Färbung. Geschlechtliche Fortpflanzung durch ruhende Spermatien und Carpogon mit Trichogyn. Ebenfalls meist Meeresbewohner.

I. Klasse: Die Schizophyceen.

§ 205. Sie verdanken ihre Färbung einem das Zellinnere erfüllenden Farbstoff, der früher als Phycochrom bezeichnet wurde, aber zusammengesetzt ist aus dem blauen Phycocyan und dem gelben, dem Blattgelb oder Xanthophyll verwandten Phycoxanthin. In den Zellhüllen selbst kommen noch gelbbraune, rothe und andere Farbstoffe vor. Die Spaltalgen gleichen in vieler Hinsicht den Spaltpilzen, sie treten wesentlich in den nämlichen Formen auf und sind nur durch die Farbe unterschieden. Es gilt auch von ihnen, was bei den Bakterien erwähnt wurde; die Zahl der heute zu ihnen gerechneten Arten dürfte sich zusammensetzen aus wirklichen niedrig organisirten Lebensformen von engbegrenztem Entwicklungskreis, zum Theil aber auch nur niedere Entwicklungsformen höherer Algen umfassen (wie bei den Oidien und Hefeformen lässt sich aber auch hier die Zugehörigkeit nur selten dadurch ermitteln, dass man beobachtet, was aus diesen niederen Formen wird, man wird vielmehr den Weg einschlagen müssen, den O. Brefeld bei den Pilzen eingeschlagen hat, indem man untersucht, welche niederen Lebensformen in dem Entwicklungscyclus höherer Algen auftreten, wenn man diese den verschiedenartigsten Lebensbedingungen unterwirft). Die Spaltalgen zerfallen in die Chroococcaceen, deren Zellen einzeln oder doch nicht zu Faden vereinigt auftreten und in die Nostocaceen, wo sie zu einfachen oder verzweigten Fäden verbunden sind. Die ersteren dürften zum grossen Theil Entwicklungsformen höherer Algen darstellen. Zu ihnen gehören z. B. die Gattungen Chroococcus, Gloeocapsa, Merismopoedia, Polycystis, Synechococcus. Die Chroococcaceen sind es in erster Linie, welche die sogen. „Wasserblüthe“ und „Seeblüthe“ verursachen, das Wasser scheinbar grün oder roth färben und zuletzt an der Oberfläche in dicken breiähnlichen Massen völlig bedecken und dann den Fischen verderblich werden können. Da die Algen in der wärmeren Jahreszeit meist plötzlich an der Oberfläche erscheinen und oft eben so plötzlich wieder verschwinden, hat diese Erscheinung der rothen und grünen Wasserblüthe vielfach Veranlassung gegeben zum Aberglauben und zur Sagenbildung (blutige Lachen sollten meist durch das Blut der Nixen ihre Färbung erhalten haben, welche von gewöhnlichen Sterblichen verführt der tödlichen Strafe ihres Vaters verfielen). Rothe Wasserblüthe wird häufig durch Clathrocystis roseopersicina Cohn (pfirsichroth) erzeugt, welche früher hierher gerechnet, neuerdings aber zu den Schwefelbakterien gestellt wurde, ferner durch die Flagellaten

Euglena sanguinea, Chlamydomonas sanguinea Cohn, Chl. Dunalii Cohn (die Salzsümpfe des Mittelmeeres rothfärbend). In die Verwandtschaft der letzteren gehört wohl auch Protococcus atlanticus Mont, der die Oberfläche des Meeres zuweilen (an der Westküste von Portugal) auf 6 Quadratmeilen hin rothfärbt. Chlamydococcus pluvialis A. Br. nach Regen plötzlich und periodisch erscheinend, verursacht zum Theil die als Blutregen bekannte Erscheinung, wie in Marokko Protococcus fluviatilis „Blutregen" und „Tintenregen" erzeugen soll. Blutiger Schnee, wie er in den Alpen und in Polargegenden oft gefunden wird, wird durch Chlamydococcus nivalis A. Br. (nach Rostafinsky mit voriger Art identisch) verursacht, doch wurden in den Polargegenden auch andere Algen, z. B. das dunkelpurpur-braune Ancylonema Nordenskiöldii Berggr., anderwärts Infusionen, besonders Philodina roseola in ihrer Gesellschaft gefunden. Chlamydomonas flavovireus Rostaf. ebenda, allein aber den gelben Schnee der Tatra verursachend. Die grüne Wasserblüthe wird am häufigsten durch einige Chroococcaceen und wohl dazugehörige Nostococeen verursacht, so durch Polycystis aeruginosa Ktg. Der Greizer Parksee hat regelmässig im Spätsommer eine üppige durch diese Alge verursachte Wasserblüthe, der dann im Spätherbst in der Regel eine solche von Anabaena circinalis Rbh. folgt. So treten noch Polycystis ichthyoblabe Kutz., Aphaniizomenum flos aquae Ktg. etc. häufig als Wasserblüthe auf. Die letztgenannte grüne Alge tritt nach Cohn auch alljährlich im Haff auf und verursacht die grüne Wasserblüthe des finnischen Meerbusens. — Nach Beyerneck verursacht auch Chlorella vulgaris grünfarbiges Wasser. Nach Ehrenberg können folgende „Infusionsthierchen" (nach dem gegenwärtigen Standpunkt meist Algen) die Grünfärbung stehender Gewässer verursachen:

Monas bicolor, Uvella Bodo, Glenomorum Tingens, Phacolomonas Pulvisculus, Cryptomones glauca, Cryptoglena conica, Pandorina morum, Gonium pectorale, Chlamydomonas pulvisculus, Volvox globator, Astasia sanguinea (jung), Euglena sanguinea (jung), E. viridis, Chlorogonium euchlorum, Ophrydium versatile. Sämmtlich beweglich.

§ 206. Die zweite Gruppe der Spaltalgen, die der Nostocaceen, ist ausgezeichnet durch meist blaugrüne, fadenförmige oder durch Scheinverzweigung verästelte, oft von Scheiden umgebene Zellreihen,

in deren Verlauf sich oft derbwandige, sich nicht theilende „Grenzzellen“ finden. Die Vermehrung geschieht durch einzelne abgegliederte Zellen, durch Fadenstücke, die mit kriechender Bewegung versehen sind und durch dickwandige Dauersporen. Es gehören hierher die Familien der Rivularieen (z. B. Calothrix fusca, die parasitisch in den Kolonien von Schleimalgen wie Batrachospermum, Tetraspora, Nostoc wächst), Stigonemeen (Hapalosiphon laminosus Hansg., Stigonema thermale Borzi in den warmen Quellen von Karlsbad etc.), Scytonemeen (Scytonema, Tolypothrix), Nostoceen (hierher gehörig Anabaena, Aphanizomenum, ferner Cylindrospermum und Nostoc), Chamaesiphoneen, Oscillariaceen.

Die Zitteralge, Nostoc (commune Vauch).

Die Arten von Nostoc kommen zum Theil als Gallertüberzüge feuchter Felsen (N. rupestre etc.), der Wände der Warmhäuser (N. parietinum Rbh. mit Protococcus miniatus und Leptothrix muralis etc.), als grössere oder kleinere rundliche Gallertklumpen im Wasser, auch feuchter Erde etc., zum Theil parasitisch in pflanzlichen Geweben (Anthoceros, Blasia, Azolla, Lemna, Gunnerawurzeln etc.) vor und bilden nächst den Chroococcaceen die wichtigsten Flechtenbildner (Gallertflechten, Collemaceen). Die gemeine Zitteralge, Nostoc commune Vauch bildet olivengrüne, bräunliche bis braungelbe und bis handgrosse, unregelmässig ausgebreitete, wellig gefaltete Gallertmassen auf Feldern, Triften, Grasplätzen. Sie besteht wie die andern Nostocarten aus verworrenen, hin- und hergebogenen Perlschnüren kugliger Zellen, zwischen denen etwa zweimal so dicke Grenzzellen liegen. Die Fäden sind in eine gleichartige Gallertmasse eingebettet, die von einer gemeinsamen festen Aussenschicht umgeben ist. Im Wasser kriechen einzelne Fäden aus der gemeinsamen Gallerte heraus, bewegen sich erst wie die Oscillarien, dann kommen sie zur Ruhe und bilden durch Theilung parallel zur Fadenaxe neue Zellgruppen, die zu Fäden und jungen Kolonieen heranwachsen. Beim Eintrocknen schrumpfen die Nostocaceen, wie unter den Pilzen die Tremellaarten, zu einer ganz unscheinbaren Masse zusammen, die aber nach einem Regen schnell wieder zur ursprünglichen Grösse anschwillt. Das Volk nennt diese Alge Sternschnuppen, weil es glaubt, es seien diese Gallertmassen die zur Erde gefallenen kleinen Meteoriten. Die sogenannte Sternschnuppengallerte aber, die als farblose, kleisterartige Masse von grossen Klumpen häufig auf der

Erde gefunden wurde, besteht nach der Untersuchung von Cohn und besonders von Bär aus den Eileitern von Fröschen, die durch Reiher etc. verzehrt und wieder ausgespieen worden sind (nur vor der Laichzeit sind die Eileiter der Frösche ausserordentlich quellbar). Wenn diese Gallertmassen lange liegen, werden sie häufig von Pilzmycelien (Mucor, Fusisporium) durchzogen. v. Bär vermuthete, dass diese Sternschnuppengallerte (die „Tremella meteorica alba" Ehrenberg's) phosphorescirt.

Die Schwingfäden, Oscillaria, Phormidium etc.

Wie schon erwähnt wurde, stammt der Schlammgeruch der Teiche (der sich besonders nach dem Ablassen des Wassers bemerkbar macht) her von den Oscillariaceen (welche von den Beggiatoen und verwandten Bakterien nur durch den Farbstoff unterschieden sind). Im Frühjahr findet man auf den vom Eise befreiten Teichen und Seeen häufig in grosser Menge faust- bis kopfgrosse, schwärzliche Klumpen, welche, von dem Boden dieser Gewässer emporgetrieben, hier zu mächtiger Entwicklung kommen. Sie bestehen der Hauptsache nach aus Kieselalgen und an der belichteten Oberfläche aus Oscillarien. Oscillariaceen sind es ferner, welche an unreinen Orten die Erde, an Gossen und in deren Nähe die Mauern mit einem mehr oder weniger schwärzlichen Ueberzug bedecken. An Wehren etc. bilden dieselben einen lehmfarbenen Ueberzug. Trägt man im Frühjahr jene Klumpen ein und bringt etwas von dem Oberflächenhäutchen, das sich nach einigem Stehen derselben im Lichte bildet, mit Wasser auf Papier, so kriechen die Fäden der Oscillarien sehr bald am Rand heraus auf das Papier und trocknen hier auf. Man bemerkt dabei, dass die einzelnen Arten sich durch eine grosse Mannigfaltigkeit des Colorites unterscheiden. Die Fäden der Oscillariaceen sind einfach aus scheibenförmigen, kurzzylindrischen Zellen zusammengesetzt, mit oder ohne Scheide und an den Fadenenden zuweilen mit Wimperbüscheln versehen. Ihren Namen haben sie von der eigenthümlichen kriechenden Vor- und Rückwärtsbewegung, welche mit einer langsamen Drehung um ihre Axe und unregelmässigen Krümmung (Nutation) verbunden ist, welche von dem Licht und anderen Reizen beeinflusst wird. Von den Arten der Gattung Oscillaria selbst findet sich z. B.: O. Fröhlichii Ktzg. klumpenförmig in Teichen, O. tenuis Ag. auf feuchter Erde, O. limosa Ag. bildet lehmfarbene Ueberzüge an den Brettern der Wehre, Bäche etc., Phormidium

vulgare Ktg. bildet schwarzglänzende Ueberzüge an feuchten, unreinen Mauern, Ph. flexuosum Ktzg. auf den Felsen reissender Gebirgsbäche u. s. w. Die Arten der Gattung Spirulina bilden spangrüne lange schraubenzieherartig gewundene und bewegte starre Fäden. Spirulina Jenneri bildet mit Bacillariaceen schwärzliche Klumpen an der Oberfläche der Teiche etc. Trichodesmium erythraeum Ehrb. (wie Phormidium mit unbeweglichen Fäden) soll nach Ehrenberg die Ursache der Färbung des rothen Meeres sein.

---

§ 207. II. **Klasse: Die Bacillariaceen, Kieselalgen**

(auch Diatomeen genannt) sind einzellige Algen, welche sich durch Theilung vermehren und dabei vielfach im Zusammenhang bleibende Bänder und andere Kolonieen bilden. Ein Korrektiv der bei der Theilung eintretenden Verkleinerung der Individuen bildet die Auxosporenbildung. Vor allen anderen Algen sind die Bacillariaceen ausgezeichnet durch eine kieselhaltige Zellmembran, welche (wie auch bei Desmidaceen) aus zwei, wie die Theile einer Schachtel, in einandersteckenden Hälften besteht. Der Zellinhalt besteht aus farblosem Protoplasma und gelbbraunen Farbkörpern in Form von bestimmt geordneten und geformten Körnern oder Platten, deren Farbstoff, das Diatomin, aus Phycoxanthin und Chlorophyll besteht. Häufig haben sie Bewegung.

Vorkommen und Verbreitung der Bacillariaceen.

Sobald die lauen Frühlingswinde den letzten Schnee hinweggethaut haben, tritt auf dem Boden unserer Gräben und Pfützen und Bäche eine grünlich-braune Färbung auf, welche durch die sich ausserordentlich rasch vermehrenden Bacillariaceen gebildet wird. Sie bilden am Boden der Teiche den Hauptbestandtheil des Schlammes, überziehen Holz und Felsen unserer Gewässer. Die einzelnen Individuen sind sehr klein, die Arten des Süsswassers erreichen selten $^{1}/_{3}$ mm (während sich im Meer grössere Arten finden: Nitzichia spectabilis erreicht 1 mm, Synedra Thallothrix 3 mm, Coscinodiscus Gazellae 2 mm im Durchmesser). Durch den Wind werden viele Arten von den eintrocknenden Gewässern aus weit verbreitet und kommen dann an mässig feuchten Orten weiter fort. So fehlt Nitzichia amphioxys fast nie in der feuchten Erde der Blumentöpfe, in Garten- und Ackererde und findet sich mit Orthosira

mirabilis, O. spinosa, Navicula mutica, N. pusilla, Pinnularia borealis, Amphora affinis, Achnantidium coarctatum in den Moospolstern der Bäume. Meeresformen kann man in grosser Mannigfaltigkeit zu Gesicht bekommen, wenn man Conchylien, Seegras, Tange (Muscus Helminthochorton der Apotheken) abspült und das Wasser mikroskopisch untersucht. Auch die durch Kochen aus Tangen hergestellten Produkte, wie japanische Gelatine, enthalten Bacillariaceen. So kann man an dem Vorkommen von marinen Bacillariaceen (Arachnodisken) in Fruchtgelées etc., deren Verfälschung durch solche Gelatine nachweisen. In dem Guano von Peru, Kalifornien, der Alagoabay etc. finden sich prächtige marine Formen kaum verändert vor und lassen sich die Guanosorten nach ihrer Bacillariaceen-Flora unterscheiden (Leitfossilien!) Wegen der Unzerstörbarkeit ihrer Kieselschalen bleiben die Bacillariaceen Jahrtausende lang erhalten und haben an der Gestaltung der Erdrinde einen wesentlichen Antheil gehabt. Die Städte Berlin (Museumsinsel) und Königsberg stehen zum grossen Theil auf Bacillariaceenlagern von stellenweise 23 m Mächtigkeit. Mit Schalen von kleinen Krebsen und Muscheln etc. bilden sie die mächtigen Lagen von Süsswassermergeln, z. B. bei Schwerin, Carthaus, im Samlande u. s. w., lockere, ausschliesslich von ihnen gebildete Lager bilden den Kieselguhr von Franzensbad (Pinnularia major Rbh.), Eger, Ebsdorf in der Lüneburger Heide (13 m mächtig, vorwiegend aus Synedra ulna Ehrb.), die Bergmehle von Santa Fiora bei Toskana (Synedra capitata Ehrb.) und Finnland. Dieselben werden zur Verfertigung der Fabronischen schwimmenden Ziegel (Fabroni fertigte 1791 aus dem toskanischen Bergmehl diese Ziegeln). Das Bergmehl aus Sibirien und Lappland wird mit Mehl vermischt zu Brot verbacken. Auch die essbaren Erden der Chinesen, Lappen, Tingusen etc. [Brotsteine] bestehen aus Bacillariaceen. Der feine Bacillariaceensand wird zur Dynamitfabrikation verwendet (Alfred Nobel stellte 1867 den Dynamit durch Mischung von drei Theilen Nitroglycerin mit einem Theil Bacillariaceenerde her). Der Polierschiefer von Bilin in Böhmen (Melosira distans Ktzg.), vom Habichtswald bei Kassel besteht ausschliesslich aus Bacillariaceen. So sind dieselben neben den Kalkschalen der Polythalamien und Kieselschalen der Radiolarien der Hauptbestandtheil des mächtigen Trippelgesteins, auf dem die Stadt Richmond in Virginien ruht, des Trippelgesteins von Oran in Algier. Der Kieselpanzer der Bacillariaceen wird weder durch die Glühhitze

noch durch Fäulniss zerstört. Auch in Salpetersäure bleibt die Form desselben erhalten, obwohl die Cellulose zerstört wird. Kocht man den Panzer in Salpetersäure mit etwas chlorsaurem Kali, so wird die Cellulose aufgelöst und der Panzer zerfällt in seine Schalen. In dem Bacillariaceenschiefer von Sulloditz, in den Londoner Thoren etc. sind die Bacillariaceenschalen aber durch Salpetersäure und durch Salzsäure löslich, die Kieselsäure ist in ihnen durch Schwefelkies oder eine andere Verbindung (in der Kreide vielleicht ebenfalls durch kohlensauren Kalk) ersetzt. In den Häfen und Flussmündungen bewirken die Bacillariaceen eine Verschlammung, so z. B. in den Häfen von Cuxhaven, Pillau. Auf der hohen See sind die Bacillariaceen im Verein mit den Peridinieen die einzigen Lebewesen, welche assimiliren und organische Substanz — die nothwendige Bedingung alles anderen Lebens — bilden. Nach Hensen ist im Meer die Menge der in den Bacillariaceen aufgespeicherten organischen Substanz annähernd gleich der, welche auf einer gleich grossen Strecke Landes durch die Landpflanzen erzeugt wird.

Bau der Bacillariaceenschalen.

Die beiden Hälften des Panzers greifen in ähnlicher Weise übereinander, wie der Deckel einer geschlossenen Schachtel über den unteren Theil. Die übereinander greifenden Ränder sind unter meist rechtem Winkel mit den beiden meist parallelen (Schachtel-) Böden verbunden und bilden die Gürtelbänder. Die Gürtelseite zeigt in vielen Fällen eine ganz andere Form als die Schalenseite. Besondere Bewunderung haben von jeher die zierlichen, schon bei schwächerer Vergrösserung, als Reihen von Punkten, Streifen, Gruben, Rippen, Knoten etc. erscheinenden Zeichnungen, auch bei den Laien erregt. Es ist daher kein Wunder, dass wir in den Reihen der besten Bacillariaceenkenner Vertreter der verschiedensten Berufsarten, Buchhändler, Kartographen, Geistliche etc. treffen und dass das Sammeln und Präpariren dieser Algen von jeher aufs eifrigste betrieben worden ist. Die schönsten Präparate, welche die Mannigfaltigkeit der Formen und der Zeichnungen dieser Gruppe sehr gut veranschaulichen, liefert Dr. Möller in Wedell, in Holstein. Derselbe präparirt auf einen mikroskopischen Objektträger auf dem Raum eines Deckgläschen von 80 bis 1600 Arten von Bacillarien aufs sauberste nebeneinander, unter denen einzeln die Namen mikrophotographisch angebracht sind (Preise 20 bis 1600 Mark für ein Präparat). Billig sind sehr getreue Photogramme

dieser Collectivpräparate für Demonstration im Scioptikon im **Handel**[1]. Die zierlichen regelmässigen Zeichnungen der Bacillariaceenschalen haben eine rein mechanische Bedeutung. Die Kieselschale der meisten Arten, z. B. der als mikroskopische „Testobjekte“ dienenden Pleurosigma angulatum, Surirella etc. besteht, wie stärkere Vergrösserungen gezeigt haben, aus einer fein punktirten Innenmembran, auf welcher netzartig (6seitig, 4- oder 5seitig) verbundene Leisten aufgesetzt sind. Auf diesen ruht eine zweite Membran, die häufig kreisförmige Durchbrechungen zeigt etc. Hierdurch wird die Membran trotz geringsten Materialaufwandes sehr leicht, fest und für das Wasser durchlässig, der Bau der Bacillarienschale ist zu vergleichen mit den leichten und festen Gitterkonstruktionen unserer Brücken, in denen ja auch die Stäbe, obwohl nur nach mechanischem Bedürfniss zusammengefügt, eine sehr regelmässige, sich vielfach wiederholende Anordnung zeigen.

Die Vermehrung der Bacillariaceen und die Zahlenverhältnisse in den beiden Hauptreihen des Pflanzenreiches.

§ 208. Nach den Untersuchungen Brefeld's haben sich von den Algen die beiden Hauptreihen des Pflanzenreiches, die grüne sexuelle — Moose, Gefässkryptogamen und Phanerogamen umfassende — und die Pilzreihe abgezweigt, welche bei den Phycomyceten noch sexuell, dann aber in den Meso- und Mycomyceten völlig asexuell ist. In beiden Reihen sind die Zahlenverhältnisse auch sehr verschiedene. Während nämlich bei den Pilzen die Zahlenreihe 1, 2, 4, 8, 16, 32 . . . in auffälliger Weise überwiegt — bei der grossen Reihe der Basidiomyceten sind die Conidienträger da, wo sie, zu bestimmter Sporenzahl fortgeschritten, zu Basidien geworden sind, 2- oder 4sporig — und bei der zweiten grossen Gruppe der Ascomyceten sind die zu konstanter Sporenzahl fortgeschrittenen Sporangien, die Ascen oder Schläuche, 4sporig, 8sporig, in einzelnen Fällen dann 32- (z. B. bei Dothidea polyspora) oder 64sporig (auch bei den Moosen finden sich diese Zahlen wenigstens noch in dem Zahnbesatz, dem Peristom der Moos-

[1]) Neuerdings hat J. D. Möller seine grosse Diatomeenprobeplatte mit 4026 Species („Universum Diatomacearum Moellerianum“) vollendet und auch 59 Lichtdrucktafeln (35½ cm breit, 45½ cm hoch) herausgegeben, welche die hervorragend schönen, von ihm von 1886—90 angefertigten Präparate bildlich darstellen. (Preis der Tafeln 90 M.)

kapsel, vor), sind bei den höheren Chlorophyllpflanzen, den Phanerogamen, die Zahlen der Zahlenreihe des Leonardo da Pisa, genannt Fibonacci, in überwiegender Häufigkeit vertreten. Die grosse Mehrzahl der Dicotyledonen hat in ihren Blüthentheilen die Zahl 5, sei es in allen Blüthentheilen oder nur in der Anzahl der Blumen- oder Kelchblätter, wie die der Monocotylen die Zahl 2 oder 3. Zählt man dann aber bei den grössten Pflanzenfamilien mit mehr als fünf Blumenblättern, Staubblättern etc., z. B. den Amygdaleen, Pomaceen, Ranunculaceen etc. diese Blattorgane, oder z. B. bei der grössten Phanerogamenfamilie der Compositen die den Blumenblättern funktionell entsprechenden Randstrahlenblüthen, so findet man, dass hier eben die Reihe des Fibonacci:

(0 1 1 2) 3 5 8 13 21 34 55 89 144 233 . .

mit unerwarteter Gesetzmässigkeit auftritt, wie ja im ganzen höheren Pflanzenreich bei der Anordnung der Blätter, Blüthen, Schuppen und anderen seitlichen Organe die Stellungsverhältnisse der auf einander folgenden Organe (in Beziehung auf den ganzen Stengelumfang) gleichfalls aus jenen Zahlen zusammengesetzt sind. Diese Stellungsverhältnisse sind ganz vorwiegend:

$$\frac{1}{2}\quad\frac{1}{3}\quad\frac{2}{5}\quad\frac{3}{8}\quad\frac{5}{13}\quad\frac{8}{21}\quad\frac{13}{34}\quad\frac{21}{55}\quad\frac{34}{89}\quad\frac{55}{144}\quad\frac{89}{233}\quad\frac{144}{377}\quad . \; .$$

Offenbar kommen die Zahlen der niederen Kryptogamen durch fortgesetzte Zweitheilung in den ersten Anlagen der betreffenden Organe zu Stande, es stehen die Zahlen 1 2 4 8 16 32 etc. hier sozusagen in einem genetischen Zusammenhang. — Es ist nun auch für die andere Reihe ein solcher genetischer Zusammenhang vorhanden, d. h. die Zahl 5 der Blumenblätter und Kelchblätter der wilden Rose und die 8 der Blumenblätter bei Helleborus foetidus, die 13 bei Helleborus atropurpureus und die 21 bei Helleborus niger oder in den Strahlen der Compositen, die 5 bei den Blüthenköpfen unserer gemeinen Schafgarbe, Senecio nemorensis, die 8 bei Achillea atrata, Solidago virga aurea, die 13 bei Senecio Jacobaea, S. viscosus etc., die 21 bei der gemeinen Wucherblume, Chrysanthemum Leucanthemum, bei Senecio erucaefolius, die 34 bei Aronicum Clusii u. s. w. haben die gleiche Ursache, die causa movens ist hier nur etwas weiter gegangen als dort.

Schwendener hat in Bezug auf die genannten Stellungsbrüche oder „Divergenzen“ nachgewiesen, dass seitliche Organe infolge des gegenseitigen Druckes während des Wachsthums sich

so stellen müssen, dass jene Brüche verhältnissmässig sehr häufig vorkommen, das Vorkommen gerade jener Brüche also auf eine mechanische Ursache zurückgeführt. Er hat aber die Häufigkeit des Vorkommens jener Brüche einmal unterschätzt und dann Vorkommnisse jener Zahlen selbst unberücksichtigt gelassen, welche sich der „mechanischen Theorie der Blattstellung" nicht fügen. Daher wird man sich noch nach anderen Ursachen für das Auftreten der Zahlen des Fibonacci umsehen müssen. Eine solche ist nun aber in dem Wachsthum und der Vermehrung der organischen Substanz selbst gegeben und bereits an eben jener Stelle zu finden, an welcher sich die beiden Hauptzweige des Pflanzenreiches von einander trennten, denen die beiden Zahlenreihen:

1 2 4 8 16 32 64 . . ; 1 2 3 5 8 13 34 55 . .

so merkwürdig eigenthümlich sind, nämlich bei den niederen Algen, und zwar bei den Bacillariaceen.

Die meisten Bacillariaceen oder Kieselpanzeralgen vermehren sich durch eine fortgesetzte Zweitheilung, bei welcher die Theilzellen oft zu mehr oder minder festen Bändern und Fäden vereinigt bleiben. Diese Theilung, welche simultan in den sämmtlichen Zellenindividuen stattfindet, geht in der Weise vor sich, dass die beiden Hälften der Kieselmembran, welche ähnlich den beiden Theilen einer Schachtel in einander stecken, aus einander treten, während der Inhalt in zwei Hälften zerfällt. Im Innern der Urzelle bilden sich dann zwei neue Schalenhälften, welche jene zu Vollzellen in der ursprünglichen Weise ergänzen. Die alten Schalen bilden dabei die Deckel der beiden neuen Schachteln. Da ein nachträgliches Wachsthum der Kieselschalen nicht möglich ist, so findet hierbei eine fortgesetzte Verkleinerung in dem Längsdurchmesser der Schalen und Zellen statt. Es ordnen sich dabei die Grössenverhältnisse der Theilzellen, wie leicht einzusehen, nach den Koeffizienten der Binomialreihe. Nennt man die Zellen der Reihe nach von der grössten zur kleinsten α, β, γ etc., so hat man $1\,\alpha + (n)_1\,\beta + (n)_2\,\gamma + (n)_3\,\delta + \ldots = 2^n$ Zellen. In den Bändern, welche die mit einander in Zusammenhang bleibenden Zellen bilden, wird die Zellenzahl also immer eine Potenz von 2 sein. Wie auch aus gleichem Grund bei den Algenfamilien der Oscillariaceen, Palmellaceen, Protococcoceen, Volvocineen etc. unter normalen Verhältnissen diese Zahlen in den Kolonieen auftreten, sei es in unbestimmter Begrenzung oder sei es, dass der Konsolidirung der Zellfamilie für

gewöhnlich eine konstant gewordene Zahl von Theilungen vorausgeht. So enthalten z. B. die Familien von Coelastrum meist 8, Pediastrum 8 oder 16, Cystococcus 4, 8, 16 oder 32, Pleurococcus angulosus, Botryocystis 4, 8, 16, 32 bis 64 Zellen, Merismopoedia sogar bis 128 Zellen in einschichtiger Familie.

Bei gewissen Bacillariaceen erfolgt die Vermehrung nun nicht nach diesem Gesetz der simultanen Zweitheilung. Es theilt sich vielmehr von den ersten Theilungsprodukten der Urzelle die grössere Zelle sofort wieder, während die kleinere immer erst in der zweitfolgenden Theilungsperiode die Fähigkeit zum Theilen erreicht hat. Mit anderen Worten: die ursprüngliche Mutterzelle giebt einen Theil von sich als Tochterzelle ab, während aber die Mutterzelle dies in gleichen Perioden thut, bedarf die Tochterzelle erst einer Reifezeit (von einer solchen Periode) um selbst zur Mutterzelle zu werden. Otto Müller fand dieses Theilungsgesetz bei der im Süsswasser vorkommenden Bacillariacee Melosira arenaria Moore. Die Zahlen der Theilzellen sind hier bei den auf einander folgenden Vermehrungen bezüglich 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, also die Zahlen der Fibonacci'schen oder früher fälschlich nach Lamé und Gerhart benannten Reihe deren n-tes Glied

$$= \frac{1}{\sqrt{5}}\left[\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2} - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2}\right].$$

Es verhält sich also mit der Fortpflanzung der Melosira arenaria wie mit der regelmässigen Fortpflanzung des Kaninchenpaares in der Aufgabe des Leonardo Fibonacci (ein Paar soll in regelmässigen Pausen je 1 Paar Junger werfen, letztere aber sollen nach Ueberspringung einer Trächtigkeitsperiode selbst trächtig werden), es handelt sich um die einfachste rhythmische Vermehrung alternder Individuen (bei der simultanen Theilung giebt es weder fortgesetztes Altern noch natürlichen Tod).

Die Zahlen der Reihe des Fibonacci bilden die Näherungswerthe für das Verhältniss des goldenen Schnittes (oder was dasselbe ist, des unendlichen Kettenbruches $\frac{1}{2} \dot{+} \frac{1}{1} \dot{+} \frac{1}{1} \dot{+} \frac{1}{1} \dot{\ldots} \infty$).
Es müssen daher die Melosirabänder in den auf einander folgenden Theilungsstadien in ihrem Längenverhältniss nahezu das Verhältniss des goldenen Schnittes aufweisen. Und wenn auch sonst in der Natur die Näherungszahlen und das Verhältniss des

goldenen Schnittes häufig auftreten (nach Xav. Pfeifer z. B. in den auf einander folgenden Internodien, in welche Stengel und Blattaxen durch abgezweigte Organe getheilt werden bei einem gefiederten Umbelliferenblatt, einem Farnwedel, dem Blüthenstand von Alisma Plantago, nach Anderen in den Proportionen des menschlichen Körpers etc.), so würde das gleichfalls zurückzuführen sein auf jene allgemeinen Gesetze des Wachsthums und in anderen Fällen auf die mechanischen Verschiebungen, welche Schwendener untersucht hat [1]).

Bezeichnen α, β, γ etc. bei Melosira wieder die Zellen in absteigender Reihenfolge ihrer Länge (Breite des Bandes), so enthält die n-te Theilung

$$1\,\alpha + (n)_1\,\beta + (n-1)_2\,\gamma + (n-2)_3\,\delta + (n-3)_4\,\varepsilon + \ldots =$$

$$= \frac{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2} - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2}}{\sqrt{5}} \text{ Zellen.}$$

Die Melosirazellen zeigen noch eine andere Gesetzmässigkeit. In den Zellfäden treten zweierlei Schalen auf, von denen die eine einen eigenthümlichen Verdickungsring des Gürtelbandes zeigt, der der anderen fehlt. Bezeichnet f die umschliessende, u die umschlossene Schalenhälfte der Zelle und seien die mit Verdickung versehenen Schalenhälften durch $_1$, die anderen durch $_0$ gekennzeichnet, so kann die Urzelle die verschiedenen Formen $f_1 u_1$; $f_1 u_0$; $f_0 u_1$; $f_0 u_0$ haben. Die Elemente des Fadens sind dann nach der Theilung der Urzelle so angeordnet, dass von den beiden zusammenliegenden u der Tochterzellen, welche aus einer Zelle hervorgehen, das der

[1]) Es lässt sich leicht durch den Versuch erweisen und ist früher durch Fechner u. A. erwiesen worden, dass z. B. bei der Auswahl des Formates der Visitenkarten, Notizbücher, elliptischer Tische etc. das ästhetische Gefühl unbewusst am meisten durch das Verhältniss des goldenen Schnittes befriedigt wird. Woher haben wir aber dieses Schönheitsmass? Offenbar aus der Natur. Es beweist diese unbewusste Auswahl nach dem goldenen Schnitt, dass dieses Verhältniss in der Natur noch viel weiter verbreitet ist, als es der Fachgelehrte heute weiss. Untersuchungen mit dem „Goldenen Schnitt-Zirkel", wie sie Xaver Pfeifer angestellt hat, dürften dies lehren. Es darf uns dann auch nicht mehr wunder nehmen, wenn wir in den Baudenkmälern der Alten — die eben dasselbe Schönheitsmass aus der Natur erhielten — das Verhältniss des goldenen Schnittes in ähnlicher Weise wiederfinden, wie in neueren Baudenkmälern, wie dem Kölner Dom (vgl. X. Pfeifer, der Dom zu Köln, Köln 1888. Boisserée). Das Grundmass des Kölner Domes ist die Diagonale der Mittelvierung. In den Hauptdimensionen finden wir die Verhältnisse der Zahlen 3 5 8 13 21 34 55 89 144 wieder u. s. w.

grösseren Tochter u_1, das der kleineren u_0 ist. Hiernach kann man aus gegebenen Anfängen den weiteren Bau des Fadens und umgekehrt aus der Gruppirung der Einzelschalen den Urzustand ermitteln. Bezüglich der mathematischen Formeln für den verwickelteren Aufbau dieser Fäden sei auf O. Müller's schöne Arbeit (Ber. d. D. bot. Ges. I. p. 35—44), sowie auf meine Arbeit: Weitere Kapitel zur mathem. Botanik. V. (Zeitschr. f. math. u. naturw. Unterricht XIX, S. 328 ff.) verwiesen.

§ 209. Die Auxosporenbildung der Bacillariaceen ist das Korrektiv der bei der Vermehrung immer weiter schreitenden Verkleinerung der starren Schalen, welche je nach der Species bis zur Hälfte, dem dritten, vierten und in einzelnen Fällen bis zum zehnten Theil der ursprünglichen Länge der Schalen herabsinken können. Es treten dann die Zellinhalte aus den Schalen heraus und strecken sich bis zu Zellen der ursprünglichen Grösse, welche dann neue Schalen bilden. Die Auxosporenbildung kann in verschiedener Weise erfolgen, in allen Uebergängen von asexueller Verjüngung bis zur typischen Kopulation und Befruchtung. Bei Rhizosolenia alata tritt nur ein Theil des Zellinhaltes aus der Mutterzelle und wächst zur Auxospore heran, erstere schliesst sich selbst in ihrer ursprünglichen Grösse wieder ab und kann weiter als Vergrösserungszelle dienen. Bei Melosira wird der ganze Zellinhalt zur Auxospore. Bei Cocconema Cistula vereinigen sich stets zwei Zellindividuen zur Auxosporenbildung. Die aus den Schalen austretenden Zellinhalte scheiden aber nur eine sie gemeinsam umhüllende Gallerte ab und strecken sich dann gesondert parallel zu einander zur ursprünglichen Grösse. Bei Himantidium verschmelzen die Zellinhalte völlig und werden zu einer Auxospore. Bei Epithemia Zebra theilt sich das Plasma jeder Zelle vor der Vereinigung in zwei Hälften. Von den vier nackten Tochterzellen vereinigen sich dann zwei gegenüberliegende, verschiedenen Zellen angehörige, so dass wieder zwei Auxosporen entstehen. Je langsamer die Verkleinerung bei den einzelnen Arten vor sich geht, desto später kommt die Auxosporenbildung als Korrektiv zur Anwendung. Sie tritt später ein bei sehr grossen Zellen mit dünner Gürtelmembran, muss aber dann, da mehr Zellen geringer Grösse entstanden sind, um so massenhafter erfolgen. Am langsamsten geht die Verkleinerung bei der Vermehrung nach dem Gesetz des Leonardo Fibonacci da Pisa vor sich. Daher beginnt z. B. bei Melosira arenaria die Auxosporenbildung auch erst etwa

an den Zellen der 22. Grössenordnung und diese treten erst auf nach 43 Theilungen; nach so viel Theilungen wird erst eine Auxospore gebildet. Bei simultaner Zweitheilung (nach dem gewöhnlichen Gesetz fortgesetzter Zweitheilung) würden dagegen bereits nach 22 Theilungen 1 Auxospore, nach 43 Theilungen 1052100000000 Auxosporen gebildet werden. Die Fibonacci'sche Vermehrung macht daher eine Verjüngung erst nach langer Zeit nöthig. Bei Melosira undulata Kutz., welche bei uns fossil, in Java aber sich von der Tertiärzeit an lebend erhalten hat, bleibt Sporenhaut und Plasma in den Mutterschalen bei der Auxosporenbildung stecken.

Die Bewegung der Bacillariaceen ist von jeher der Gegenstand besonderer Untersuchungen gewesen. Die Autoren haben bald die osmotische, bald die protoplasmatische Theorie verfochten. Otto Müller hat endgültig zu Gunsten der letzteren entschieden. Er hat für Pinnularia nachgewiesen, dass in der Zellwand Durchbrechungen vorhanden sind, durch welche das Protoplasma durch hohen Turgordruck (von 4—5 Atmosphären) nach aussen gedrängt werden muss. Der Weg, auf welchem es nach aussen gelangt, führt durch die Knoten, die Raphe (im Längsspalt der Schale), sichert Ausbreitung und Richtung des Stromgebietes des nach Müller circulirenden Protoplasmas. In den Endknoten haben die aus der Gabelung der Centralknotenkanäle entspringenden Aussen- und Innenkanäle und Spalten der Raphe ihre besonderen Mündungen. Die Durchbrechung der Zellwand der Pinnularien ist ein complicirtes System von Röhrchen und Spalten, welche die Zellwand unter verschiedenen Windungen und Winkeln durchziehen. Es ist dieses System nach O. Müller eine Anpassungserscheinung gegenüber dem Turgordruck (Ausgleich der Druckdifferenz zwischen Zellinnerem und Raphe). Wären einfache Oeffnungen vorhanden, so würde der grösste Theil des Protoplasmas nach aussen gedrückt werden und verloren gehen.

Während Max Schultze, Pfitzer, Engelmann die Bewegung als Gleitbewegung, d. h. kriechende, an die Unterlage gebundene Bewegung betrachten, haben Dippel und Borssow dieselbe als Schwimmbewegung betrachtet. O. Müller hat gefunden, dass die Zellen im offenen Tropfen frei zu schwimmen vermögen. Wie dem Fisch, so bietet dem Bacillariaceenplasma das Wasser die Stützpunkte dar, deren es zur Fortbewegung bedarf. Die Ortsbewegung ist die Wirkung der an der Oberfläche zur Geltung kommenden motorischen Kräfte des aus der Raphe austretenden Protoplasmas. Da letzteres

aber auch bei nicht beweglichen Bacillarien austritt, glaubt Müller, dass das Auftreten des Protoplasmas in erster Linie der Athmung dient, dass erst in zweiter Linie die Ortsbewegung als Nebenwirkung zu Stande kommt.

Auch Schilberszky jun. hat neuerdings durch Versuche die Protoplasmatheorie bestätigt.

Die grösste Schnelligkeit der Bacillariaceen beträgt in 43 Sekunden 1 mm.

Die Zahl der bekannten Bacillariaceenspecies beträgt etwa 2000, wovon gegen 500 auf die noch lebenden Süsswasserspecies kommen.

III. Klasse: Chlorophyceen.

§ 210. Unter den grünen, durch Chlorophyll gefärbten Algen schliessen sich den Bacillariaceen am engsten an die Conjugaten. Durch Verschmelzung der Inhalte zweier Zellen entstehen bei ihnen Zygosporen, die zwar den Auxosporen in der Bildung durch Kopulation gleichen, jedoch andere Funktion haben. Sie sind hier Dauersporen.

Von den übrigen Ordnungen bestehen die Protococcoideen aus meist kleinen, rundlichen, einzelnen oder zu Kolonieen vereinigten Zellen, sie bilden den Uebergang zu den Flagellaten oder Geisselinfusorien. Die Siphophyceen (Schlauchalgen) bilden haarförmige einfache oder verzweigte einzellige Schläuche oder kleine Bläschen. Die Confervoideen bestehen aus verzweigten oder unverzweigten Zellreihen von haarförmigem, büscheligem oder häutigem Aussehen. Die Grünalgen sind sämmtlich für das Leben unserer Gewässer von hoher Bedeutung, indem sie den durch die Wasserthiere verbrauchten Sauerstoff durch ihre Assimilationsthätigkeit wieder ersetzen. Die von den Thieren ausgeathmete Kohlensäure kommt umgekehrt wieder den Algen, wie überhaupt den grünen Wasserpflanzen zu gute. Diese gegenseitige Abhängigkeit von Alge und Thier hat dazu geführt, dass gewisse Thiere und Algen sich eng zu einem einheitlichen Ganzen verbunden haben. Auf diese Fälle der Symbiose kommen wir später zu sprechen. Hier wollen wir nur einige der biologisch und entwicklungsgeschichtlich interessanteren Repräsentanten der erwähnten Ordnungen herausgreifen.

Die Mondsichelalge Closterium Lunula Ehrb.

ist eine in schlammigen Gräben sehr verbreitete, leicht kenntliche Algenform von halbmondförmiger Krümmung und abgerundeten

Enden. Das Chlorophyll bildet in den beiden Schenkeln Längsbänder von (im Querschnitt) strahliger Anordnung, in denen Amylonkerne liegen. In den chlorophyllfreien Enden finden sich kuglige Vacuolen, die von lebhaft bewegten Körnchen oxalsauren Kalkes erfüllt sind. Bei der Kopulation legen sich zwei Individuen mit der konkaven Seite an einander und bilden in der Mitte zwischen sich kuglige, glatte Zygosporen. Die Zellen sind 80—110 μ breit und 5—6 mal so lang. In Deutschland kommen gegen 35 Arten von Closterium mit glatter oder warziger, runder oder eckiger Zygospore, glatter oder gestreifter Zellhaut vor. Die Desmidiaceen, zu denen Closterium und andere zierlich geformte, einzellige, einzeln lebende (Cosmarium, Xanthidium, Staurastrum, Penium) oder in fädigem Zusammenhang bleibende Formen (Desmidium) gehören, bilden die eine Familie der Conjugaten. Die Desmidiumbänder erinnern häufig an die Zickzackbänder mancher Bacillariaceen. Auch für die anderen Arten hat Hauptfleisch nachgewiesen, dass die Zellen ganz wie bei den Bacillariaceen aus zwei schachtelartig übereinandergreifenden Hälften bestehen. Bei manchen Arten von Closterium und Penium ist sogar auch das jenen eigene Gürtelband vorhanden. Die Zellhaut ist von bestimmt angeordneten Porenkanälen durchsetzt, durch die das Protoplasma feine knöpfchenförmige Ausstülpungen sendet, nur die Warzen und Stacheln der Zellmembran sind frei von Porenkanälen. Bei der Mehrzahl der Arten fand Hauptfleisch ausserdem eine Gallerthülle, die aus zusammenhängenden, den einzelnen Membransporen aufsitzenden Gallertprismen besteht; sie sind dann oft von feinen Fäden durchsetzt, welche, von den Porenknöpfchen auslaufend, an der Oberfläche der Gallerte in feinen Spitzen endigen. Die Verwandtschaft der grünen Algen mit den Bacillariaceen, bei denen nur die mit dem Besitz der starren Kieselschalen verbundenen Erscheinungen und die Farbkörper abweichen, ist damit erwiesen.

Die zweite Familie der Conjugaten bilden die fädigen Zygnemeen, die sowohl wegen der besonderen Form ihrer Chlorophyllkörper, als wegen der mannigfaltigen Art der Kopulation unser Interesse verdienen. Wir betrachten

Die Gattung Spirogyra,

deren Arten ein besonders beliebtes mikroskopisches Objekt zur Demonstration der Zellkern- und Protoplasmabewegungen und Theilungsvorgänge in der Zelle und der verschiedensten pflanzenphysiologischen Vorgänge sind. Die Spirogyren bilden einfache, unver-

zweigte Fäden mit regelmässiger Quertheilung in Zellen. Im Inneren der letzteren findet sich das Chlorophyll in Form von Schraubenbändern, die mit Amylumkörnern besetzt sind. Die Wanderungen des grossen flachen Zellkernes und Veränderungen der von ihm zur Zellwand gehenden Protoplasmafäden sind ebenso wie die Strömungen im Plasma und die protoplasmatischen Verbindungen des Zellwesens benachbarter Zellen deutlich zu sehen.

Die häufigeren deutschen Arten sind die folgenden:

Zellenden zurückgeschlagen, jede Zelle mit einem Chlorophyllband: Spirogyra tenuissima Ktzg., Sp. Weberi Ktzg., Sp. laxa Ktzg.;

jede Zelle mit 2—3 Chlorophyllbändern: Sp. insignis Ktzg.;

Zellenden nicht zurückgeschlagen, jede Zelle mit einem Chlorophyllband: Sp. quinina Ag., Sp. communis Ktzg., Sp. mirabilis Ktzg.;

jede Zelle mit zwei oder mehreren Chlorophyllbändern: Sp. decimina Ktzg., Sp. nitida (Dillr.) Ktzg., Sp. setiformis (Roth) Ktzg.

Bei der Gattung Rhynchonema (z. B. Rh. quadratum) sind die Chlorophyllbänder gleichfalls schraubig, die Gattung unterscheidet sich aber durch die Art der Zygosporenbildung. Bei Zygnema bildet das grüne Chromatophor Doppelsterne, bei Zygogonium klumpige Figuren, bei Mougeotia, Mesocarpus axile Platten, bei Sirogonium mehrere fast gerade, perlschnurähnliche Längsbinden in einer Zelle.

Die Kopulation der Zygnemeen kann in folgender verschiedenen Weise stattfinden.

1. Die Zellen zweier oder mehrerer Nachbarfäden treten mit einander in leiterförmige Verbindung und vereinigen ihren Inhalt zur Zygospore.

a. Letztere entsteht in einer Zelle bei Spirogyra, Zygnema (Z. cruciatum etc.).
b. Die Zygospore entsteht in der Mitte der leiterförmigen Verbindung zwischen zwei Fäden bei Zygogonium, Mesocarpus.

2. Die Kopulation findet zwischen zwei Zellen desselben Fadens statt.

a. Die Zygospore wird in einer der kopulirenden Zellen gebildet bei Rhynchonema (Rh. quadratum etc.).
b. Die Zygospore entsteht in der Mitte des Verbindungskanales ausserhalb der Zellen bei Pleurocarpus.

3. Die Zellen kopulirender Fäden bilden keine Querverbindungen, sondern die Fäden treten durch knieförmige Krümmung (an der Kniestellung) in Kopulation.
   a. Die Zygospore entsteht in einer Zelle bei Syrogonium, Mougeotia,
   b. in der Mitte zwischen den Zellknieen bei Staurospermum.

§ 211. Die Protococcoideen zerfallen in die Familie der Protococcaceen mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Schwärmsporen (Zoosporen) und geschlechtlicher Fortpflanzung durch Kopulation von Schwärmern (Spermatozoiden), und die Familie der Palmellaceen, die in der Form mit den vorigen häufig übereinstimmen, aber keine geschlechtliche Fortpflanzung und nur eine ungeschlechtliche durch Theilung haben (ohne Schwärmerbildung). Als Vertreter der Protococcaceen soll uns dienen

Das Wassernetz, Hydrodictyon utriculatum Roth.

Es tritt in Teichen manchmal in grosser Ausdehnung auf, um dann auf Jahre wieder zu verschwinden. So hat es z. B. Rabenhorst um Dresden beobachtet, Kirchner an verschiedenen Orten in Schlesien, ich fand es bei Reinhardtsbrunn in Thüringen etc. die Teiche ganz erfüllend. Ueberall ist die Alge aber dann wieder verschwunden oder nur in wenigen Netzen erschienen. Die anfangs länglichen, dann verlängert walzenförmigen Zellen, welche grünen, gekörnten Inhalt und Amylonkörner enthalten, sind an den beiden Enden zu je 3 (seltener 2 oder 4) verbunden und bilden ein vielmaschiges, länglich-sackförmiges, überall geschlossenes Netz von Zellen, 0,13—0,2 μ breit, 4—10 μ lang, Netze bis $^2/_3$ m lang. Die Vermehrung geschieht einmal durch Zoosporen, die in sehr grosser Zahl in den Zellen simultan entstehen, umherschwärmen und sich dann zu einer kleinen, dem Mutternetz ähnlichen Kolonie vereinigen, das dann nach Auflösung der Zellwand der Mutterzelle frei wird und zur Grösse des ursprünglichen Netzes heranwächst. Die Zoosporen sind anfangs eckig, runden sich dann ab, werden eiförmig und erhalten an dem hyalinen, chlorophyllfreien, mit rothem Augenpunkt versehenen Ende zwei Cilien. In ähnlicher Weise werden die der geschlechtlichen Vermehrung dienenden kleineren Schwärmer gebildet (bis 30000 in einer Zelle), welche vier Cilien besitzen, die Mutterzelle verlassen, kopuliren und Ruhesporen bilden, aus denen dann wieder zweigeisselige Schwärmer austreten. Letztere ent-

wickeln sich nach dem Schwärmen zu eckigen, mit Auswüchsen versehenen Zellen („Polyedern"), in denen wieder Zoosporen gebildet werden, die sich zu netzförmigen Coenobien vereinigen.

Verwandte Gattungen sind z. B. Pediastrum, mit scheibenförmigen Kolonieen, sternförmigen, parenchymatisch verbundenen Zellen, Scenedesmus etc.

§ 212. Zu den Siphophyceen gehören von Algen des Binnenlandes die Gattungen Vaucheria und Botrydium.

Vaucheria

bildet auf feuchter, schattiger Erde und in Gräben aus einzelligen einfachen oder verzweigten Fäden bestehende, mehr oder weniger dunkelgrüne Polster. Die Fäden sind durch ihre Grösse — sie übertreffen im Durchmesser die grössten Zygnemeen bedeutend — und durch den Mangel an Zellwänden leicht von anderen grünen Algen zu unterscheiden. Der einfache Zellschlauch treibt neben einander einen eiförmig anschwellenden Zweig, das Oogonium, und einen cylindrischen, durch Zellwand abgegliederten Zweig, das Antheridium. Letzteres krümmt sich nach dem Oogonium und entleert seinen Inhalt in Form von Schwärmsporen, die durch eine Oeffnung des Oogoniums einschwärmen und die Bildung einer Oospore bewirken. Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht gleichfalls durch Bildung von Schwärmsporen. Landbewohner der Gattung sind z. B. Vaucheria terrestris Lyngb. (auf Erde in Blumentöpfen etc.), V. sessilis Lyngb., Wasserbewohner V. dichotoma Ag., V. hamata Lyngb., V. clavata Ag.

Botrydium granulatum Grev.

bildet kleine, stecknadelkopf- bis hanfkerngrosse, dunkelgrüne, birnförmige Bläschen, die mit farblosem, verzweigtem Fortsatz in dem Erdboden befestigt sind, das Ganze aus einer Zelle bestehend. Die kleinen Pflänzchen, die an Teich- und Flussrändern heerdenweise auf Schlamm und feuchter Erde wachsen, bieten ein anschauliches Beispiel für die Fähigkeit einfacher Organismen, sich dem Wechsel der äusseren Lebensbedingungen auf das Beste anzupassen. Werden die Pflanzen ganz unter Wasser gesetzt, so bilden sie gegen Abend oder zur Nachtzeit Schwärmsporen, die an einer beliebigen Stelle die Zellwand zersprengen und ausschwärmen. Werden die Algen nicht völlig unter Wasser gesetzt, sondern nur benetzt, so kommen die Schwärmer schon unter der napfförmig zusammen-

sinkenden Blase zur Ruhe (bilden „Keimzellen“ oder „Conidien“). Setzt man erwachsene Pflanzen dem direkten Sonnenlicht aus, so wandert alles grüngefärbte Protoplasma aus dem oberirdischen Theile in die bisher farblosen Wurzelfortsätze, während der oberirdische Theil zusammensinkt. Der Inhalt der Wurzelfortsätze theilt sich nun in eine grosse Anzahl rundlicher Zellen (in dem dickeren Halstheil zu mehreren neben einander), weiter abwärts in perlschnurartigen Reihen. Die Entwicklung dieser Wurzelzellen kann dann nach den äusseren Verhältnissen eine dreifache sein. Unter Wasser zerfallen sie in eine Anzahl Schwärmsporen, was zu jeder Tag- und Nachtstunde erfolgen kann; auf feuchte Erde gebracht treiben sie Wurzelfortsätze und wachsen unmittelbar zu normalen Botrydiumpflänzchen heran, in feuchter Erde schwellen sie blasig an und senden abwärts einen wenig verzweigten Wurzelfortsatz, der unter der Blase so dickwandig ist, dass das Zelllumen fast verschwindet. Durch Streckung dieses verdickten Wurzelhalses werden die Blasen, die sich durch kuglige Gestalt und schwärzlichgrüne Färbung von den gewöhnlichen Pflänzchen unterscheiden, über die Erdoberfläche emporgehoben, sie bilden ein „Hypnosporangium“, die Form, welche Kützing Botrydium Wallrothii nannte. Die Hypnosporangien können im trockenen Zustand ein Jahr lang die Entwicklungsfähigkeit behalten, kommen sie unter Wasser, so bilden sie wie die gewöhnlichen Pflänzchen Schwärmsporen.

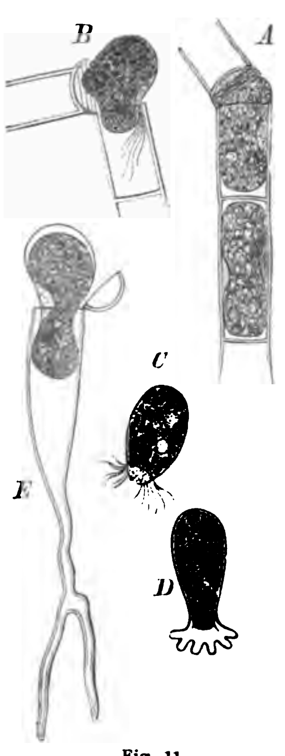


Fig. 11.

Oedogonium. Ungeschlechtliche Fortpflanzung nach Pringsheim. (300). — *A* u. *B* Schwärmsporenbildung aus einem älteren Faden; *C* freie Schwärmspore; *D* keimende Schwärmspore nach dem Aufhören ihrer Bewegung; *E* eine Schwärmspore aus dem ganzen Inhalt eines Schwärmsporenkeimlings gebildet.

Die aus der Keimung der Schwärmsporen auf feuchter Erde hervorgehenden Pflänzchen sind zunächst mit einem einfachen Wurzelfortsatz versehen. In diesem Stadium können sie sich durch seitliche Aussprossungen der Blase, die wiederum Wurzelfortsätze bilden, vermehren, die Sprösslinge grenzen sich durch Scheidewände ab und

werden selbständig; kommen die Schwärmsporen nicht auf feuchte Erde, sondern bleiben sie unter Wasser, so sinken sie zu Boden und bilden derbwandige Ruhesporen, aus denen dann, wenn sie nicht mehr unter Wasser sind, die Innenzelle ausschlüpft, die dann

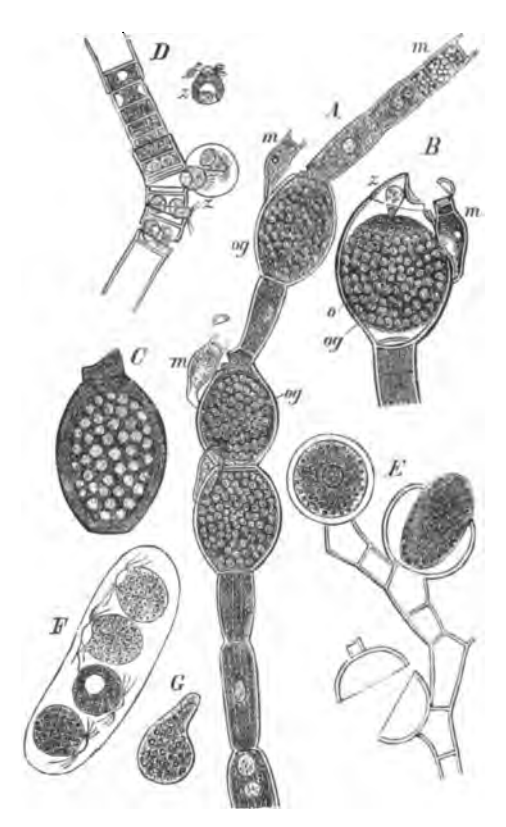


Fig. 12.

Geschlechtliche Fortpflanzung der Oedogoniaceen nach Pringsheim. — *A* Oedogonium ciliatum, mittlerer Theil eines geschlechtlichen Fadens (250) mit Antheridium *m* am oberen Ende, zwei befruchteten Oononien *og* nebst dem Zwergmännchen *m*; *B* Oogonium im Augenblick der Befruchtung, *o* die Eizelle oder Oosphäre, *z* das Spermatozoid im Begriff einzudringen, *m* Zwergmännchen; *C* reife Oospore; *D* Stück eines männlichen Fadens von Oedogonium gemelliparum, *z* Spermatozoiden; *E* Ast, Oogonien tragender Ast einer überwinterten Bulbochaete intermedia, rechts mit austretender Spore, links unten nach Entleerung derselben; *F* die vier aus einer Oospore entstandenen Schwärmsporen; *G* zur Ruhe gekommene Schwärmspore aus einer Oospore.

wieder ein junges Pflänzchen bildet. Auch die jungen Pflänzchen selbst können zu Hypnosporangien werden.

Die ungeschlechtlichen Schwärmer sind länglich-eiförmig, 5 bis 8 μ breit, 20 μ lang, mit 2—4 Chlorophyllkörnern im Innern und einer Cilie am Ende.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung werden Schwärmsporen gebildet, welche durch Kopulation eine sofortiger Entwicklung fähige oder zur sternförmigen Dauerzygote werdende Eizelle bilden. Die Bildung geht bei tröckener Kultur oder bei Besonnung so vor sich, dass das chlorophyllhaltige Protoplasma in kuglige, mit besonderer Membran versehene Zellen (eine oder viele) zerfällt, die mit der Zeit eine rothe Färbung annehmen. Diese der geschlechtlichen Fortpflanzung vorausgehende Zellbildung findet gewöhnlich in den Sommermonaten statt (schon halbstündige Insolation ruft sie hervor). Die Zellen werden in Wasser zu Sporangien. Wenn sie noch grün waren, haben die Schwärmer Spindelform und sind am Hinterende spitz, während aus den rothen Zellen Schwärmer mit abgerundetem Hinterende hervorgehen. Beide besitzen je zwei Cilien und können kopuliren.

Sind die rothen Mutterzellen 2 Jahre und darüber alt, so kommen die Schwärmer gleich nach dem Austritt ohne Kopulation zur Ruhe und vermögen sich direkt weiter zu entwickeln.

§ 213. Bei den Confervoideen herrscht in Gestalt und Form eine sehr grosse Mannigfaltigkeit. Wir wählen als Repräsentanten dieser höchstentwickelten Formen der Chlorophyceen die Gattung

Oedogonium (Fig. 11 und 12).

Die Arten dieser Gattung bilden unverästelte Zellfäden im Wasser, die — wenigstens anfangs — mit lappiger Haftscheibe an der Unterlage festsitzen und sowohl durch eigenthümliche Art der Zelltheilung als der geschlechtlichen Fortpflanzung ausgezeichnet sind. Vor der Zelltheilung besitzt die Zellwand einen ringförmigen Wulst, an diesem reisst die Zellhaut ringsum entzwei und die Zelle streckt sich oft um das Doppelte in die Länge, und ist dann zunächst viel dünnwandiger als die Zellhäute der Nachbarzellen. Erst später tritt eine neue Scheidewand auf. Da der Riss der Mutterzellhaut bleibt, so erhält die Zellwand zuweilen das Aussehen eines Schraubengewindes. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet durch Schwärmsporen statt, welche einzeln in vegetativen Zellen aus deren ganzem Inhalte hervorgehen und rings um eine hyaline Stelle mit Wimpern versehen sind. Indem die Zellhaut ringsum aufreisst, schwärmen dieselben davon, um dann zur Ruhe gekommen, durch Haftlappen sich an eine Unterlage zu befestigen und von da zu neuen Fäden auszuwachsen. Die geschlechtliche Fortpflanzung zeigt eine grosse Ver-

schiedenheit innerhalb der Gattung. Die weiblichen Organe, die Oogonien, bilden kuglig angeschwollene Zellen in der Continuität der vegetativen Zellreihe. Die Antheridien, welche die männlichen Schwärmer bilden, stehen entweder in demselben Faden (monöcische Arten) oder in besonderen männlichen Pflänzchen. Letztere bilden dann wie die weiblichen Pflanzen Fäden, in denen die Antheridien von vegetativen Zellen unterbrochen sind, oder sie bilden Zwergmännchen, d. h. es entstehen aus ähnlichen, aber etwas kleineren Schwärmern, wie die ungeschlechtlichen, aus den sogen. Androsporen, wenn diese zur Ruhe kommen und sich dicht unter dem Oogonium durch Haftscheiben an den weiblichen Faden festsetzen, sehr kleine ein- oder wenigzellige Fäden, deren letzte Zelle zum Antheridium wird. Letzteres öffnet sich dann durch einen Deckel und entlässt die Spermatozoiden, welche die Eizelle des gleichfalls durch aufklappenden Deckel oder durch ein Loch sich öffnenden Oogonium befruchten.

Die Schwärmspore bohrt sich in das aus der Mündung des Oogoniums etwas hervorragende Ei ein, worauf sich die Eizelle mit einer öfter stacheligen Membran umgiebt und zur Dauerspore wird. Bei der Keimung reisst die Membran der letzteren auf, der Inhalt tritt mit einer Schleimhülle hervor und theilt sich in 4 Schwärmer, die nach einiger Zeit sich festsetzen und neue Oedogoniumfäden bilden. Die folgende Uebersicht über einige deutsche Oedogoniumarten giebt einen Einblick in die Mannigfaltigkeit.

Monöcische Arten.

Oogonien kuglig ohne Vorsprünge, Oosporen kuglig:

Oedogonium curvum Pringsh. Oogonien zusammengedrückt zu 2—7 hinter einander, oder einzeln mit einem Loch in der Mitte sich öffnend. Antheridien drei- bis mehrzellig, an der gekrümmten Spitze des Fadens mit je 1 Spermatozoid in der Zelle.

Oe. crispum Wittr. Oogonien einzeln mit Deckel, Antheridien 2—5zellig über oder unter dem Oogon.

Oogonien ellipsoidisch, Oospore kuglig, Antheridie 2zellig: Oe. urbicum Wittr.

Oosporen ellipsoidisch, Oogonium mit Loch sich öffnend: Oe. upsaliense Wittr.

Mit Deckel sich öffnend: Oe. alternans Kirch.

Oogonien mit 7—10 wirtelig gestellten Vorsprüngen in der Mitte, Antheridien 1—2zellig: Oe. Itzigsohnii De By.

Diöcische Arten.

Spermatozoiden in besonderen männlichen Fäden:
Oogonien nicht oder wenig angeschwollen, cylindrisch kuglig, mit Loch sich öffnend: männliche Pflanzen fast eben so dick als die weiblichen; Antheridien, 1—3 zellig, mit vegetativen Zellen abwechselnd: Oe. capillare Ktzg.
Männliche Pflanzen dünner als die weiblichen: Oe. stagnale Ktzg.
Oogonien kuglig, angeschwollen, einzeln oder 2—6 mit Deckel sich öffnend, Antheridien 2—10 zellig: Oe. Pringsheimii Cram.
Oogonien und vegetative Zellen schraubig punktirt: Oe. punctato-striatum De By.
Oosporen ellipsoidisch. Oogonien einzeln, Antheridien 6- bis 45 zellig, Spermatozoiden je 2 in einer Zelle Oe. tumidulum Ktzg.
Oogonien einzeln oder zu 2—7, Antheridien 3—9 zellig. Oe. rivulare f. Br.
Spermatozoiden in Zwergmännchen entstehend:
Zwergmännchen einzellig.
Oogonien mit wirteligen Vorsprüngen in der Mitte: Oe. platygynum Wittr.
Oogonien glatt. Androsporangien 2—4 zellig unter dem Oogon. Zwergmännchen auf den Oogonien: Oe. Rothii Pringsh.
Zwergmännchen zwei- oder mehrzellig, Oosporen glatt:
Oosporen kuglig: Oe. depressum Pringsh.
Oosporen ellipsoidisch. Nur ein Oogon an der Spitze des Fadens mit kleinem Deckel: Oe. acrosporum De By.
Oosporen mit borstenförmiger Endzelle: Oe. ciliatum Pringsh.
Oosporen stachelig. Androsporangien 2—5 zellig.

Die Androsporangien, jene kurzen Zellen, aus denen die Zwergmännchen bildenden Androsporen hervorgehen, werden entweder mit den Oogonien an einem Faden gebildet oder auf besonderen unfruchtbaren Fäden. Pflanzen der ersteren Art (wie Oe. platygynum, Oe. Rothii, Oe. decipiens, Oe. depressum, Oe. concatenatum, Oe. ciliatum) heissen gynandrospor. Die der letzteren Art (wie Oe. cyathigerum Witr., Oe. acrosporum) idiandrospor.

Bei der mit Oedogonium nächstverwandten Gattung Bulbochaete sind die Fäden verzweigt, die Zellen in lange hyaline Borsten ausgehend. Alle einheimischen Arten (die auf Wasser-

pflanzen unserer Teiche und Sümpfe wachsen) haben Zwergmännchen (so B. pygmaea Pringsh., B. minor A. Br., B. intermedia De By., B. setigera Ag.). — Coleochaete (C. pulvinata A. Br. etc.) hat Antheridien in der Nähe der Oogonien mit je 1 Spermatozoid und ungeschlechtliche Schwärmer mit 2 Cilien, meist flache Scheiben und Polster aus radial gestellten Zweigen bildend. — Sphaeroplea annulina bildet grüne, dann rothe Fäden, deren Zellen ringförmig angeordnetes Chlorophyll haben. Das Oogon, welches aus einer vegetativen Zelle umgebildet wird, enthält zahlreiche Eizellen, wie die gleichfalls aus vegetativen Zellen hervorgehenden Antheridien sehr zahlreiche Spermatozoiden enthalten (Zellen 36—72 μ dick, 8—20mal so lang). Die Alge bildet an überschwemmten Orten und in Gräben erst grüne, dann rostrothe Watten.

Die Confervaceen im engeren Sinn vermehren sich durch Schwärmsporen, die entweder gleich, nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, keimen oder kopuliren und Dauersporen bilden. Häufig sind auch ungeschlechtliche Dauersporen vorhanden. Bei Hormidium parietinum (Vauch.) (Ulothrix par. Ktzg.), wahrscheinlich auch H. murale Ktzg. (Ulothrix radicans Ktzg.) und H. (Ulothrix) crassiuscula Ktzg., die am Grund der Baumstämme und an unreinen Orten auf der Erde, an Mauern und Bretterwänden sehr ausgedehnte, gelbgrünfädige Ueberzüge bilden, ist noch eine besonders im Herbst auftretende, äusserlich nostocähnliche Entwicklungsform vorhanden, die einschichtige, blattähnliche, krause Zellflächen bildet, welche als Prasiola crispa Ktzg. etc. beschrieben worden sind. Man kann bei Zimmerkultur im Wasser leicht wieder die Ulothrixform gewinnen. Bei Conferva ist bisher nur ungeschlechtliche Fortpflanzung beobachtet worden. Cladophora bildet verzweigte Zellreihen. Das Studium dieser artenreichen Gattung bildet beinahe einen besonderen Wissenszweig, wie die Sphagnologie (Torfmoorkunde), Batologie (Brombeer-), Rhodologie (Rosenkunde), das Studium der Habichtskräuter etc. — Zu den zierlichsten Algen gehören die in Bächen und Quellen fluthenden, gallertig schlüpferigen Draparnaldiaarten, deren grüne Astbüschel von einem fast hyalinen grösseren Gliederfaden ausgehen, sowie die Gattung Chaetophora, welche an Schilf etc. kleine, grüne Gallertkugeln oder geweihartig verzweigte Gallertmassen bildet. Hierher gehören auch, obwohl sie neben dem Chlorophyll noch einen anderen Farbstoff enthalten, die als Flechtenbildner wichtigen, an Baumrinde, Felsen auftretenden Chroolepusarten, wie Ch. umbrinum Ktz. an Baumrinde und Brettern, der braunrothe,

veilchenduftende Ueberzug der Felsen im Gebirge Chroolepus Jolithus Ag. (Veilchenstein, Veilchenmoos), Ch. aureum Ktz. an feuchten Felsen und Mauern. Die letztere Alge bildet mit Nostoc parietinum, Leptothrix muralis, L. parasitica, Gloeocapsa fenestralis, den Entwicklungszuständen von Drilosiphon Julianus (auch für eine andere Scitaminee, Scytonema Myochrous hat Zukal nachgewiesen, dass in deren Entwicklungscyclus Nostoc rupestre, Gloeocapsa- und Aphanocapsaarten gehören), den (schleimigen) Ueberzug der Wände der Gewächshäuser, Felsen etc.

In die Verwandtschaft von Croolepus gehört zum Theil auch eine sehr merkwürdige Gruppe von Algen, die von Welcker entdeckt und von der Frau Weber v. Bosse näher untersucht worden ist. Dieselben leben — und zwar allem Anschein nach ausschliesslich — in den Haaren der Faulthiere. Die grüne Färbung der letzteren rührt her von dem Verwandten der Veilchenalge Trichophilus Welckeri, Weber v. Bosse, die violette Farbe dagegen wird von den Chamaesiphoneen Cyanoderma Bradypodis W. v. B. und C. Choloepodis W. v. B. bewirkt. Auf einem Haare können bis 200000 solcher Algen leben.

IV. Klasse: Die Brauntange, Phaeophyceen (Melanophyceen).

§ 214. Mit Ausnahme von Pleurocladia lacustris A. Br., das kleine, polsterförmige, olivenbraune Räschen an Wasserpflanzen und Wasserschnecken im Tegeler See und anderen Gewässern um Berlin bildet, von Lithoderma fontanum Flahault (in Böhmen und Südfrankreich), Pleurothamnium confervicolum Lagerh., Hydrurus foetidus, dessen Zugehörigkeit zum Theil noch unsicher ist, sind die Brauntange Meerespflanzen. Ihre olivenbraune Färbung verdanken sie einem dem Chlorophyll beigemengten und dieses verdeckenden braunen Farbstoff, dem Phycophaeïn. Das letztere wird aus frischen oder rasch getrockneten Algen durch Süsswasser als braune Lösung ausgeschieden, ist dagegen unlöslich in Alkohol. Die Phycophaeceen enthalten ausserdem noch einen gelben Farbstoff, das Phycoxanthin, das sich durch 40proc. Alkohol (der das Chlorophyll nicht löst) ausziehen lässt und durch geringe Menge von Säuren blaugrün wird. Bei der

Familie der Blasentange, Fucoideen,

die als Repräsentanten dieser Abtheilung besprochen werden mögen, bildet ein verschieden gestalteter, lederartiger, parenchymatischer

Thallus in kleinen, kugligen Höhlungen (Receptakeln) unter der Oberfläche die männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorgane, Antheridien und Oogonien. Die ersteren bilden im Inneren mit 2 Cilien versehene Schwärmsporen, die letzteren 2, 4 oder 8 Eizellen, die aus dem Oogonium frei werden und danach durch die Schwärmer befruchtet zur Oospore sich entwickeln, aus der wieder ein junger Thallus hervorgeht. Die Eizellen (Oosphaeren) haben keine eigene Bewegung.

Die Conceptakeln concentriren sich häufig auf die fleischig verdickten Spitzen des Thallus, oder sie finden sich an besonders gestalteten Fruchtkörpern, oder sie sind seltener gleichmässig vertheilt. Die Antheridien und Oogonien kommen entweder in demselben Conceptakel vor, oder sie finden sich getrennt auf verschiedenen Individuen. Die Schwimmblasen und deren Abhängigkeit von dem Salzgehalt des Meeres wurden bereits erwähnt.

Einige der gemeinsten Arten, welche sich häufig auch in der Nähe der Küsten finden, sind Fucus vesiculosus L., F. serratus L., Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. Thuret hat zwischen diesen beiden diöcischen Arten Kreuzungsversuche angestellt. Dieselben waren merkwürdiger Weise nur von Erfolg begleitet, wenn Eizellen von Fucus vesiculosus mit Spermatozoiden von F. serratus zusammengebracht wurden. Die so erzeugten Keimpflänzchen entwickelten sich gut. Dagegen waren die Spermatozoiden des Fucus vesiculosus ohne Wirkung auf die Eizellen von F. serratus. Ebenso wenig übten die Spermatozoiden von F. serratus und F. vesiculosus auf die Eier von Ascophyllum nodosum und umgekehrt, oder die von Himanthalia lorea auf die Eizellen von Ascophyllum nodosum und Fucus serratus (und umgekehrt) eine Befruchtung aus. Nach Thuret's Vermuthung dankt F. vesiculosus der Fähigkeit, mit F. serratus leicht Bastarde zu bilden, seine grossen Formenschwankungen.

An der englischen und französischen Küste werden Fucus vesiculosus und Verwandte zur Gewinnung der Tangsoda (Kelp, Varek) und des Jodes benutzt, in England wegen des Sodagehaltes auch zur Herstellung eines feinen Glases. — Der „Fucus“ der Alten, mit dem sie sich schminkten und den sie zum Rothfärben benutzten, waren Florideen (Rytiphlaea, Plocamium).

§ 215. Die Rothtange, Rhodophyceen oder Florideen verdanken ihre rosenrothe, purpurrothe oder violette Färbung dem dem Chlorophyll beigemengten und dieses verdeckenden Phycoery-

thrin, welches durch kaltes Süsswasser ausgezogen werden kann. Die wässerige Lösung dieses Farbstoffes ist karminroth, mit gelber oder grüner Fluorescenz. Alkalien entfärben die Lösung. Auch längere Belichtung zerstört den Farbstoff. Säuren stellen die durch Alkalien aufgehobene Färbung wieder her. Die Rothtange haben eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche Fortpflanzung. Die letztere geschieht durch Sporen, welche meist zu 4 (in Tetraden) zusammenliegen (Tetrasporen). Die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane bestehen aus den männlichen Antheridien, welche unbewegliche, kuglige Zellen (Spermatien) erzeugen, und den weiblichen, Carpogonien, Zellkomplexen, von welchen ein Zellfaden nach aussen geht (das Trichogyn), an welchem die durch das Wasser angespülten Spermatien haften, die so die Befruchtung vollziehen. Infolge der Befruchtung sprossen die Zellen des Carpogons lebhaft aus und bilden an ihren Fadenenden unbewegliche Sporen. Schwärmsporen werden also bei den Rothtangen nicht gebildet. Da diese Algen aber in sehr bewegtem Wasser vorkommen, findet eine hinreichende passive Bewegung der der Fortpflanzung dienenden Zellen statt.

In den mächtigen Algenwäldern, welche den Meeresboden einem Urwalde gleich bedecken, bringen die Florideen durch ihre farbenprächtigen, formenreichen Arten eine grosse Abwechslung des, wir möchten sagen „landschaftlichen“ Bildes hervor.

Nur wenige Arten und Gattungen finden sich im Süsswasser, besonders in reissenden Gebirgsbächen.

Lemanea, Batrachospermum und die übrigen Süsswasserflorideen.

Die Lemaneaceen und Batrachospermeen haben ein hervorragendes Interesse durch ihren Entwicklungsgang, der, wie zuerst A. Peter hervorhob, eine merkwürdige Parallele darstellt mit dem der Moose, also der höheren Kryptogamen. Aus der Moosspore entwickelt sich zuerst ein algenähnlicher (in vielen Fällen an Cladophora erinnernder Vorkeim, das Protonema, das früher thatsächlich als Algenvegetation betrachtet wurde, als zweite Generation sprosst aus diesem dann die beblätterte Geschlechtspflanze der Moose mit Schwärmsporen erzeugenden Antheridien und Archegonien, aus deren befruchteter Eizelle die gestielte Mooskapsel mit den ungeschlechtlichen Sporen hervorsprosst). Bei den Lemaneaceen und Batrachospermeen entsteht aus der Spore ein Vorkeim, aus dem gleichfalls

zunächst eine cladophoraähnliche, jedoch röthlich oder violett gefärbte Generation hervorwächst (dem Protonema entsprechend), die früher als besondere Gattung Chantransia bezeichnete Generation. Letzterer entspringt, ganz wie dem Protonema der Moose, die Geschlechtsgeneration (Lemanea, Sacheria, Askenasya, Batrachospermum). Das befruchtete Organ (Carpogon) dieser Generation wird wie bei den Moosen nicht selbst zum Fortpflanzungskörper, sondern es entstehen aus ihm erst durch weitere Sprossung die eigentlichen Sporen, wie bei den Laubmoosen erst die gestielte Mooskapsel aus der befruchteten Eizelle hervorgeht. Bei der Alge unterscheidet sich jedoch die Chantransiageneration dadurch, dass sie besondere ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, die Sporulen bildet. Den Zusammenhang der Chantransien mit den Lemaneaceen und Batrachospermeen hat Sirodot entdeckt. Leider ist aber die vorzügliche Arbeit desselben über die Lemaneaceen über ein Jahrzehnt unbeachtet geblieben und mussten erst durch neuere Forscher (Peter, Atkinson u. A.) seine Resultate bestätigt werden, ehe man den merkwürdigen Zusammenhang der Generationen als solcher allseitig anerkannte. Die Gattung Lemanea (einschliesslich Sacheria) bildet in der Geschlechtsform olivengrünschwarze, büschelige Rasen knoten- oder wellenförmig verdickter, mehr oder weniger starrer, über borstendicker Schläuche, welche auf Steinen und an dem Holz der Wehre etc. in schnellfliessenden Bächen und Flüssen, besonders an reissenden Stellen des Flusslaufes angewachsen sind. Die in regelmässigen Entfernungen auftretenden, knotenförmigen Verdickungen sind mit warzigen Papillen oder einem mehr oder minder regelmässigen papillösen Ring umgürtet, welche aus den am Scheitel kuglige Spermatien abschnürenden Antheridien von Cylinder- oder Keulenform gebildet werden. Auf dem Querschnitt der Fruchtschläuche lassen sich unterscheiden: eine Centralhöhle, ein parenchymatisches Gewebe und eine äussere Rindenschicht. Die Centralhöhle wird von Gliederfäden durchzogen, von denen in etwa gleichen Abständen senkrechte, kreuzförmig gestellte Seitenzweige ausgehen, welche mit den Fäden und dem Parenchym der Peripherie des Schlauches in Verbindung stehen. Die gleichfalls damit in Verbindung stehenden Carpogone senden durch die Rinde hindurch fädige Trichogyne (an den Einschnürungsstellen zwischen den Antheridienringen) nach aussen, welche dann befruchtet werden, durch die passiv bewegten Spermatien. Nach der Befruchtung beginnt eine reichliche Verzweigung des Carpogons und Bildung von 6—12

Sporangien in jedem Internodium. Schliesslich werden die Schläuche ganz von Sporen erfüllt.

Lemanea (Sacheria) fluviatilis Ag., mit über borstendicken, geraden oder wenig gekrümmten, nach unten verdünnten, meist einfachen, 8—16 cm langen Fäden. Die knorrigen Anschwellungen werden meist von 3 regelmässig im Wirtel stehenden Papillen gebildet, die von Antheridien besetzt sind. Der axile Zellstrang besteht nur aus einer Reihe von Zellen. Die Geschlechtsschläuche finden sich (z. B. in der Elster bei Greiz) vom April an häufig. Die zugehörige, früher erscheinende Generation ist die frühere Chantransia violacea Kütz., aus meist ziemlich üppigen, verzweigten, schön violetten Rasen bestehend. Als Parasit findet sich häufig darauf Sphaeria Lemaneae Cohn.

Lemanea catenata Kütz., welche ich in der Trieb und in der Elster bei Greiz fast in gleicher Häufigkeit mit der vorigen fand, ist fast schwarz, mit oft bogigen Aesten, mit stark hervortretenden Anschwellungen des Fadens und schmalen, fast ununterbrochen ringförmigen Antheridiengürteln. In der Nähe fand sich häufig Chantransia chalybea Fr., die vermuthlich die erste Generation dieser Art darstellt.

Lemanea torulosa Kütz., mit oft dünneren Fäden, die anfangs wenig knotig angeschwollen sind, und sehr genäherten Knoten, mit unregelmässig stehenden, oft zusammenfliessenden Papillen, wird nur etwa 8 cm lang, ich fand sie gleichfalls in der Trieb bei Pöhl, nach Rabenhorst findet sie sich noch im Harz und im Königreich Sachsen, nach Kirchner in Schlesien etc. Die Chantransia scheint der Ch. violacea Kütz. nahe zu stehen.

Andere Arten sind L. annulata Kütz., L. nodosa Kütz., L. sudetica Kütz. etc. L. australis Atk. (südl. Staaten von Nordamerika), L. grandis Atk. (Tuomeya grande Wolle) aus Pennsylvanien und Delaware etc.

Eine verwandte Gattung, welche gleichfalls Chantransien bildet, fand Möbius an dem Lebermoos Aneura pinnatifida. Er benannte die Art Askenasya polymorpha Möbius.

Batrachospermum moniliforme Roth, die Froschlaichalge, findet sich in Gebirgsbächen, am Ausfluss der Teiche etc. häufig in Form dunkler, froschlaichähnlich schlüpferiger Büschel oder rasenbildender Gewächse mit kugligen, dichten Quirlen von Zweigen an verzweigtem Stamm, von gallertiger Schleimmasse umhüllt. Die violette oder rothbraune bis grünliche Alge, aus der aber beim Auf-

trocknen auf Papier der charakteristische Florideenfarbstoff austritt, bildet bis fusslange Massen. In den gegliederten Zweigen der dichten Quirlbüschel entstehen aus dem Carpogon nach Befruchtung des Trichogyns Sporenknäuel. Die Chantransia, welche ich bei Greiz häufig von der epiphytischen Alge Chamaesiphon Schiedermayri Grun. dicht besetzt fand, ist die alte Chantransia pygmaea. Sie bildet fuchsrothe, stahlblaue oder purpurrothe (Ch. Hermanni Dav.), etwa erbsengrosse Räschen, von denen das Batrachospermum sich abzweigt.

B. vagum Ag., mit sehr gedrängten Quirlen und fast keilförmigen Zellen kommt in der Form B. tenuissimum Kütz. an Schneckenhäusern in Torfsümpfen vor, z. B. bei Schleiz (nach einer Zusendung und brieflichen Mittheilung des Herrn Hofrath Prof. Dr. Liebe in Gera). Die Fortbewegung der Schnecken dürfte hier die Strömung des Wassers bei den anderen Arten ersetzen. Rabenhorst giebt in seiner Kryptogamenflora von Sachsen, Oberlausitz, Thüringen und Böhmen noch 4 weitere Arten an.

Nächst den genannten Gattungen ist Thorea die stattlichste Süsswassergattung der Florideen. Sie findet sich in Deutschland in der Art Thorea ramosissima Bary bei Strassburg, Mühlheim a. d. Ruhr, Worms, und ist wohl auch weiter verbreitet. Auch in England, Frankreich, Dänemark, bei Belgrad, Carácas, auf Java findet sie sich, während in Amerika Thorea americana, in den Anden Südamerikas Th. andina nach v. Lagerheim sich im Süsswasser findet.

Bangia atropurpurea Ag. bildet haarförmige, 2—10 cm lange und bis 60 μ dicke, unverzweigte, ein- oder mehrreihige rothe Fäden.

Hildenbrandtia rivularis Ag. entwickelt ihren Thallus als hautförmigen, mehrschichtigen, purpurrothen Ueberzug auf Steinen in reissenden Gebirgsbächen.

Tuomeya fluviatilis Harv. kommt in Nordamerika, Delesseria amboinensis auf Amboina als Süsswasserfloridee vor. —

Zur Bestimmung der Meeresalgen Deutschlands und der Schweiz ist der II. Band von Rabenhorst's Kryptogamenflora (bearbeitet von Ferd. Hauck) besonders zu empfehlen.

Verwendung der Tange zum Nutzen der Menschen.

§ 216. Wegen ihres Reichthums an Eiweissstoffen, Mannitzucker und Gallerte dienen manche Arten als Nahrungsmittel (Ge-

müse, Salat), so z. B. Laminaria saccharina Lamour in der Jugend (beim Trocknen scheidet diese Art Mannit aus, das in Norwegen wie Zucker benutzt wird), Schizymenia edulis Ag., Rhodymenia palmata Grev. in Nordeuropa, andere Arten in der Südsee. Auch zu den essbaren indischen Vogelnestern werden Algen (Arten von Chondrus, Eucheuma, Gracilaria) benutzt.

Die japanische vegetabilische Hausenblase, das Agar-Agar, das in Stangenform in den Handel kommt, stammt von verschiedenen Florideen Japans und Chinas. Diese durch den kgl. sächs. Bezirksarzt Dr. W. Hesse in die bakteriologische Technik eingeführte und für diese heutzutage ganz unentbehrliche Gelatine hat vor der gewöhnlichen Speisegelatine den Vorzug, dass sie auch bei Körpertemperatur noch im festen Zustand verharrt, während jene bereits bei ca. 25° C. schmilzt, daher für Mikroben, deren Entwicklungsfähigkeit an eine höhere Temperatur gebunden ist, als Nährboden nicht verwendbar ist. Die Verwendung der Tange zur Sodafabrikation ist heutzutage nur noch eine beschränkte, seitdem man die Soda fabrikmässig aus mineralisch vorkommenden Salzen darstellt, dagegen wird das Jod im Grossen fabrikmässig aus der Asche von Seetangen gewonnen, indem dieselbe mit Chlor zersetzt, oder das aus der Tangasche gewonnene Jodkalium mit Salpetersäure behandelt wird. Zur Verhütung der Bildung von Kesselstein und der oft dadurch bewirkten Explosionen der Dampfkessel wirft man Seetange in das Wasser. Medicinische Verwendung finden die Algen in dem aus oft mehr als 30 verschiedenen Seetangen zusammengesetzten Wurmmoos gegen Würmer, als Volksmittel gegen Kröpfe (Jod), so das Caraghenmoos, Chondrus crispus (fucus irlandicus, irländisches Moos), das ähnlich wie das isländische „Moos“ Cetraria islandica (eine Flechte) gegen Krankheiten der Respirationswege und gegen Durchfälle gebraucht wird. Laminaria digitata Lamour findet chirurgische Verwendung zur Oeffnung und Erweiterung von Kanälen. Die getrockneten, hornartigen Stiele vergrössern beim Aufquellen deren Durchmesser um ein Vielfaches.

Parasitische Algen.

§ 217. Zu den parasitischen Algen sind zunächst die früher erwähnten, in den Haaren der Faulthiere schmarotzenden Arten Trichophilus Welckeri (Confervaceen), Cyanoderma Bradypodis und C. Choloepodis (Schizophyceen) zu rechnen. Besonderes Interesse

verdienen aber auch die in den Geweben höherer Pflanzen lebenden Algen, von denen eine Anzahl ächte Parasiten sind, während andere als Raumparasiten oder gar als Symbionten höherer Pflanzen gedeutet werden. Zu den ersteren gehören die Phyllosiphoneen, grüne Algen, welche an Landpflanzen schmarotzen und an denselben kranke Flecken oder Gallbildung, bei Phyllosiphon sogar epidemische Erkrankungen verursachen. Sie bilden in den Intercellularräumen der Blätter verzweigte grüne Schläuche, die in einzelnen Theilen in grosser Menge die Sporen bilden. Letztere werden nach Aufreissen der Schläuche durch die Spaltöffnungen entleert. Wenn die Sporen keimen, dringen die Keimschläuche in das ganze Blatt ein, indem sie die Epidermiszellen aus einander drängen und innen zur Blase anschwellen.

Phyllosiphon Arisari Kuhn, mit 50 μ dicken Schläuchen in den Blättern von Arum Arisarum L., an denen es kranke Flecken und kleine Gallen bildet. Die Blätter sterben bald ab. Die verwandte Phytophyza Treubii Web. et Bosse bildet an Pilea geschlossene Gallen, welche der Larvenkammer der Insektengallen analog eine besondere ein- oder mehrkammerige Algenkammer besitzen. Nach dem Austritt der Alge werden die Gallhöhlungen mit Korkgewebe ausgefüllt. Das Eindringen der Sporenkeimschläuche in das Blattgewebe erfolgt in ähnlicher Weise bei (der Protococcacee) Phyllobium, das im Innern der Pflanzenblätter dunkelgrüne, dickwandige Zellen bildet, die an dem verdickten Ende sich in farblose, das Blatt durchziehende, einfache oder verzweigte Schläuche fortsetzen. Der grüne Inhalt zerfällt in grosse und kleine Schwärmsporen, die ausschlüpfen und durch Kopulation Zygosporen bilden. Phyllobium dimorphum Klebs bildet kleine, knotige Erhebungen auf den Blättern, besonders den Gefässbündeln der Blätter von Lysimachia, Ajuga, Chlora, Cardamine etc.

Von den Verwandten des letzteren lebt:

Chlorochytrium Lemnae Cohn parasitisch in den Intercellularräumen des Parenchyms von lebender Lemna trisulca, Ch. Knyanum Cohn et Szym. dagegen nur in Lemna minor, L. gibba, Ceratophyllum demersum, Elodea canadensis.

Scotinosphaera paradoxa Klebs in abgestorbenen Geweben von Lemna trisulca und Hypnum, Endosphaera biennis Klebs in den Intercellularräumen des Parenchyms von Potamogeton lucens. Stomatochytrium Limnanthemum Möb. in den Blättern von Limnanthemum nymphaeoides.

In die Verwandtschaft der wasserbewohnenden Coleochäteen gehören ferner die parasitischen Luftalgen Mycoidea, Phycopeltis, von denen die letztere einen einschichtigen, scheibenförmigen Thallus auf Blättern, erstere dichotom verzweigte, grüne Fäden zwischen Epidermis und Cuticula der Blätter bildet. Senkrechte, die Cuticula abhebende Fäden von orangefarbenem Inhalt und kopfförmigem Ende treiben seitlich die eiförmigen, abfallenden Antheridien mit 12—24 Schwärmsporen. Die Oogonien werden unter der Oberhaut gebildet. Die aus ihrer Eizelle nach Befruchtung entstehende Oospore bildet bei der Keimung Schwärmsporen.

Mycoidea parasitica Cunnigh. bildet 5—6 mm grosse Flecke auf Blättern von Mangobäumen, Croton, Rhododendron, Thea, Camellia, Farnen, welche durch den Parasitismus dieser Alge durchlöchert werden. Auf den Camelien bildet sie hellgrüne bis orangegelbe Flecke und Löcher mit orangefarbenem Rand. Diese Alge wird später oft von Pilzhyphen umwuchert, die mit ihr eine blattbewohnende, Apothecien und Spermatien bildende Flechte darstellen.

Phycopeltis tropica (Möbius). Hansgirg ist eine weitere hierher gehörige Alge, welche in deutschen Gewächshäusern, wie in Portoriko auf Orchideenblättern schmarotzt und die Pflanzen ähnlich wie ein Schmarotzerpilz beeinflusst. Wie ihre Verwandte Mycoidea betheiligt sie sich auch an der Flechtenbildung. Möbius hat bei ihr in einem Falle ächte Flechtenbildung beobachtet, Flechtenthallome, die aus einem unregelmässigen Hyphengeflechte mit gleichmässig dazwischen vertheilten, kugligen Algenzellen bestanden. Allem Anschein nach entstehen sie so, dass sich der Inhalt des scheibenförmigen Algenthallus unter der Wirkung der Pilzfäden abrundet, in 2—4 Portionen theilt, die, mit neuer Membran umgeben, austreten, während das Membrangerüst des Phycopeltisthallus entleert zurückbleibt. In einem anderen Fall, wo der Pilz dunkelbraune Flecke in der Mitte der Algenscheibe bildete (Conidien und Spermatien erzeugend), kam es zu einer Flechtenbildung zwar nicht, doch wurde die Alge in keiner Weise benachtheiligt, so dass von einem Parasitismus des Pilzes nicht die Rede sein konnte, zumal der Pilz nur an einer ganz bestimmten Stelle der Vereinigung beider Organismen fruktifizirte.

Auch die nun zu besprechenden Beziehungen von Nostocaceen zu höheren Pflanzen wurden (z. B. von Janczewsky) als Parasitismus angesprochen, doch hat Prantl gefunden, dass diese

Algen freien Stickstoff in sich aufnehmen, dessen Verbindungen durch Haarbildungen der höheren Pflanze aus dem Nostoc aufgenommen werden dürften. Schon Strasburger hatte vermuthet, dass die Nostocschnüre dem Blatte in der Assimilationsthätigkeit behilflich seien. Da andererseits die Algen nicht allein einen feuchten Unterschlupf zu finden scheinen, sondern ihnen nach Beyerinck u. A. gewisse Stoffe der Pflanze zu gut kommen dürften, so ist das Verhältniss von Alge und höherer Pflanze sicher als Symbiose zu bezeichnen.

Die hier zu besprechenden Fälle von Symbiose sind die von Gunnera, Cycas, Azolla und Lebermoosen (Blasia, Anthoceros) mit gewissen Nostocaceen. Nostoc (Scytonema) Gunnerae Reinke findet sich ganz regelmässig im Stamm und Rhizom der Gunnera scabra, und Treub fand die Alge bei Gunnera macrophylla im indischen Archipel. Auf Quer- wie auf Längsschnitten des älteren Stammes von Gunnera scabra findet man 1—2 mm unter der Oberfläche blaugrüne Flecke von meist dendritenartigem Umriss. Die Parenchymzellen sind hier dicht mit sehr kleinen, blaugrünen Zellen angefüllt, welche aus den Schnüren der Alge bestehen. Verfolgt man diese Algennester stammaufwärts, bis in die Region der Laubknospe, so findet man dieselben an Grösse abnehmen und näher der Oberfläche gelegen, in ihrer Vertheilung korrespondiren sie mit den schleimausführenden Drüsen. Wie Reinke fand, findet sich die Alge (mit allerlei Pilzmycelien) auch in dem die Knospe der Gunnera erfüllenden Schleim und dringt von hier in die Schleimkanäle ein und durch sie in das Stammparenchym. In den Parenchymzellen verknäueln sich die Fäden derartig, dass auf den Querschnitten später nur mässig an einander gelagerte Algenzellen, keine Fäden mehr nachzuweisen sind. Die Algennester behalten auch in ganz alten Stämmen völlig ihr früheres Aussehen.

Anabaena Azollae Strasb. Die Alge ist stets an die in den botanischen Gärten jetzt überall kultivirte Azolla caroliniana gekettet. Sie findet sich überall an bestimmten Stellen dieser Pflanze. Die Blätter der Azolla sind in je 2 Lappen getrennt. Der obere, fleischige Lappen schwimmt auf dem Wasser, der untere häutige Lappen ist untergetaucht. Der obere Lappen hat innen eine weite Höhlung, welche in eine enge Oeffnung der Innenfläche mündet. Sie ist von der Anabaena bewohnt, und von den Wänden der Höhlung wachsen verzweigte Haare zwischen die Perlschnüre der Anabaena hinein. Die geschlängelten Fäden der letzteren bestehen

aus einer Reihe tonnenförmiger Zellen, zwischen denen in grösseren Abständen grössere ellipsoidische bis kuglige Grenzzellen liegen.

Anabaena Cycadearum (Reinke) findet sich, wie Reinke fand, mit gleicher Regelmässigkeit in den Wurzeln der Cycadeen (Cycas, Ceratozamia, Dioon, Encephalartos). Sie wuchert in den intercellularen Räumen zwischen zwei mittleren Schichten der Periblemrinde, welche dadurch zu eigenthümlichen, schlauchförmigen Ausstülpungen veranlasst werden. Zwischen diesen Schläuchen bildet die Alge dichte Polster. Durchschneidet man einen der gabelförmig verzweigten Büschel, welche die Wurzeln aller Cycadeen unserer Gewächshäuser treiben, so kann man schon mit blossem Auge einen tief blaugrünen Streifen durch das Gewebe sich hinziehen sehen. Im Querschnitt stellt derselbe einen Kreis dar, welcher etwa die Rinde halbirt. — Im Längsschnitt bemerkt man zwei dem Scheitel sich nähernde, gefärbte Curven, die in ihrer Form den Curven der benachbarten Rindenzellreihen sich anschliessen. Diese blaugrünen Streifen bestehen aus pallisadenförmig gestreckten Parenchymzellen, zwischen denen sich zahlreiche in einander geflochtene Gliederfäden der Anabaena hinziehen. Wurzeln, welche die Alge nicht enthalten, zeigen auch nicht die pallisadenförmige Zellschicht in der Mitte der Rinde, ihre Bildung ist von der Anwesenheit der Alge abhängig.

Reinke fand auch in den einzelligen Fäden der Alge Derbesia Lamourouxii eine andere, Stigeoclonium ähnliche Alge Entocladia viridis Reinke und Kny hat bei Florideen noch andere symbiotische Algen aufgefunden.

Wie bei Azolla werden von gewissen Lebermoosen für die Algengäste besondere Räume, Domatien, gebildet, so für Nostoc lichenoides die Höhlen auf der Unterseite des Thallus der Anthoceroteen und die sogen. Blattohren von Blasia pusilla. Trentepohlia endophytica lebt in oder zwischen den Zellen der Jungermanniaceen, tödtet dieselben jedoch. Dagegen finden sich ähnlich wie die Nostocaceen Räderthierchen (Callidina symbiotica, C. Leitgebii) nach Zelinka, Kerner und Delpino in regelmässiger Symbiose mit gewissen Lebermoosen.

Zahlreich ist die Gruppe der Algenendophyten bei den Algen selbst. So erzeugt Streblonemopsis irritans an einem Tange, Cystosira opuntioides, Gallenbildungen. Periplegmatium gracile lebt in Membran und Zellen von Cladophora fracta, Phaeophila Floridearum in Florideen, durch deren Membran sie Borsten nach aussen sendet.

Harveyella mirabilis entwickelt die vegetativen Theile im Innern anderer Algen, die Fortpflanzungsorgane dagegen ausserhalb derselben.

Im Ganzen giebt es etwa 100 Algenarten, für welche eine endophytische Lebensweise bekannt ist. — Die Beziehungen der Algen zu den Pilzen vgl. bei den Flechten.

Die Algenthiere, Phytozoën.

§ 218. Als Phytozoën, Thierpflanzen im engeren Sinn können wir jene merkwürdigen Fälle bezeichnen, in welchen Thiere mit gewissen niederen Algen nicht nur in regelmässiger Symbiose leben, sondern mit ihnen besondere Arten (Aggregationsspecies) bilden (vgl. auch Ludwig, Die Aggregation als Arten bildendes Princip. Wiss. Rundsch. d. M. N. N. 1891 Nr. 330). Das bekannteste Beispiel bildet der grüne Süsswasserpolyp Hydra viridis. Die innere Körperschicht (des Ektoderms) besteht bei diesem in unseren Teichen und Bächen nicht seltenen Thiere aus amöboiden Zellen, die sämmtlich grüne Algenzellen (meist zu vier) in reihenförmiger Lage enthalten. Diese Algen (die früher sogen. Zoochlorellen) vermehren sich in gleichem Schritt mit dem Wachsthum des Thierkörpers und vermögen diesen auch in filtrirtem Wasser (in dem Hydra fusca bald verhungert) zu ernähren. (Ernst Krause hat solche Thiere als Thiere mit innerer Gemüsezucht bezeichnet.) Mit einer Theilung der Zellkerne geht eine Theilung der Zoochlorellen vor sich. Die Eier des Süsswasserpolypen erhalten dieselben vom Mutterkörper, so dass diese Aggregation von Alge und Thier sich erblich erhält. Beyerinck ist es gelungen, die Algenzellen aus dem Thierkörper isolirt in Gelatine weiter zu züchten und ihre Identität mit einer in unseren Gräben auch jetzt noch sehr verbreiteten niederen Alge, die er Chlorella vulgaris nennt, zu erweisen, doch hat es nach Beyerinck's Versuchen den Anschein, als ob heutzutage die Aggregation nichtgrüner Hydren (Hydra fusca, H. grisea) mit der Chlorella nicht mehr oder nur unter besonderen Umständen möglich wäre. In gleicher Weise ist die grüne durch Chlorella verursachte Form des Trompeterthierchens, Stentor polymorphus, erblich konstant, während bei der grünen (daher auch in filtrirtem Wasser gedeihenden) Form des gemeinen Süsswasserschwammes, Spongilla fluviatilis, unserer Flüsse etc. die Symbiose mit Chlorella infusionum Beyerinck (Zoochlorella parasitica) noch nicht

zur Art-Aggregation fortgeschritten sein dürfte, da die Eier noch keine Chlorellen enthalten. Noch weiter als Hydra viridis scheint dagegen als Aggregationsspecies ein zu den Turbellaria acoela gehörender Wurm, Convoluta Roscoffensis, gediehen zu sein. Das grüne Assimilationsgewebe dieses Thieres besteht zwar auch aus Algenzellen, diese besitzen auch noch Pyrenoide (1—3), bilden aber keine Membran mehr und sind unter fast völliger Aufgabe ihres Charakters als selbständige Algenorganismen zu einem integrirenden Bestandtheil des Wurmkörpers geworden. Unter normalen Verhältnissen übt der thierische Körper hier einen hemmenden Einfluss auf die Entwicklung dieser Algen aus. In pflanzlicher Nährlösung vermehren sich dagegen die Chlorophyllzellen (mit muldenförmigen Chloroplasten) lebhaft und färben die Würmer fast schwarzgrün.

In allen Uebergängen von gelegentlicher Symbiose bis zur Ausbildung fester Arten findet sich die Aggregation der grünen Chlorellen und der gelblichen Algen, welche als Zooxanthellen bezeichnet worden sind, sehr verbreitet in fast allen niederen Thierkreisen. Chlorellen finden sich bei den Protozoën (z. B. noch bei Paramaecium Bursaria, Euglena viridis etc., auch von dem gemeinen Leuchtthierchen Noctiluca miliaris kommt in der Bai von Birma [Insel Symbawa] eine dunkelgrüne durch Aggregation mit einer Chlorella entstandene Form vor), bei Spongien, Hydrozoën, Turbellarien. Dagegen kommen die Zooxanthellen regelmässig als „gelbe Zellen“ in dem Körper der Radiolarien, bei Flagellaten, Spongien, vielen Meereshydrozoën und Seerosen, bei gewissen Echinodermen, Bryozoën und Würmern vor. Während der Nutzen, welchen der thierische Theilhaber des Phytozoons von der Alge hat, ohne Weiteres einleuchtet — es entsteht unter der Einwirkung des Sonnenlichtes durch die Assimilation der Kohlensäure organische Nährsubstanz für das Thier —, glaubte man, dass die Alge von der Genossenschaft nur den Vortheil eines Raumparasiten habe, doch hat Beyerinck, dem es zuerst gelungen ist, Algen auf künstlichem, festem Nährboden zu züchten, nachgewiesen, dass auch viele Algen zu ihrer Ernährung ganz bestimmter Stickstoffquellen etc. benöthigt sind, die ihnen wahrscheinlich das Thier in der Aggregationsspecies liefert. Auch unter den Algen giebt es nach Beyerinck Peptonmikroben, Peptonkohlenstoffmikroben etc. (vgl. die Bemerkung bei den Bakterien). So sind z. B. Chlorella vulgaris, Ch. infusionum, Scendes-

mus acutus (dessen spitze Zellen bei hohem Nährgehalt der Gelatine sich abrunden und auch bei den Tochterzellen kuglig bleiben), Chlorosphaera limicola Beyerinck (die auch in den Gelatinekulturen Schwärmsporen bildet) Peptonkohlenstoffmikroben, d. h. sie haben als Stickstoffquelle ein Pepton, als Kohlenstoffquelle freie Kohlensäure oder bei deren Mangel eine Zuckerart etc. nöthig. Bei seinen Kulturen der Hydrachlorella fand Beyerinck, dass die Kulturen, welche durch andere Bakterien bald beeinträchtigt und zerstört werden, mit Bacterium fabaceum Beyer., einem „kochfesten" Bacterium, in Symbiose, d. h. in ein Verhältniss gegenseitiger Förderung treten können, nämlich da wo Eiweisskörper oder Gelatine in der Nahrung gegenwärtig sind, daher das eiweisszerlegende Enzym der kochfesten Bakterien zur Wirkung gelangen konnte. Bei der Einwirkung des Trypsins entstehen zwei Peptonarten. Aller Wahrscheinlichkeit nach kommt hiervon die eine Art den kochfesten Bakterien zugute, während die andere oder alle beide Arten von Peptonen für die grünen Algen assimilirbar sind.

Ausser den Chlorellen und Zooxanthellen sind es noch eine Reihe anderer Algen, welche mehr oder weniger regelmässig auf und in dem thierischen Körper auftreten, sei es als ächte Parasiten oder in verschiedenen Graden der Symbiose. Einen Fall ächter Symbiose, bei welchem aber die Organismen nur sehr lose mit einander verbunden sind, bietet das regelmässige Zusammenleben eines Wimperinfusors des Tintinnus inquilinus mit der Kieselalge Chaetoceros. Der Körper des Infusors steckt in einer hinten abgestutzten, offenen Hülle, welche an der Bacillariacee derart befestigt ist, dass die vorderen Enden beider in eine Ebene fallen. Die Alge bildet Zellketten, die mit sehr langen, hörnerähnlichen, hohlen, mit dem Zellinnern in Verbindung stehenden, chlorophyllhaltigen Auswüchsen der verkieselten Membran versehen sind. Die Richtung und Entwicklung der Hörner sind bei manchen Arten von Chaetoceros infolge der Symbiose mit dem Infusor in mannigfacher Weise abgeändert. Ueber die Bedeutung des Zusammenlebens hat Famintzin Untersuchungen angestellt, die zu folgendem Resultat führen: „Die Tintinnusformen kleben ausserordentlich leicht an jeder zufällig im Wasser vorhandenen Schleimmasse an; man kann sie fortwährend zu Hunderten an der Oberfläche, sowohl der lebenden als der todten Radiolarien beobachten; es genügt der Contact mit einem der dünnsten Pseudopodienfäden, um den Tintinnus festzuhalten und zu Grunde zu richten. Der mit

Chaetoceros symbiotisch verbundene Tintinnus ist vor dem Ankleben an schleimige Massen geschützt und kann daher ohne Gefahr zwischen den letzteren umherschwimmen."

Marchesettia spongioides Hauck ist regelmässig mit dem Schwamm Reniera fibulata, sowohl im indomalayischen Archipel als bei Madagascar und im Adriatischen Meer gefunden worden. Parasitisch auf Schwämmen tritt dagegen Callithamnion seirospermum Griff. auf, das nach Hauck die Badeschwämme des Aegäischen Meeres befällt und in gefahrdrohender Weise die Erfolge der Schwammfischerei vermindert.

Die Cyclopsarten und verwandte Krebschen, welche Wirthe der verschiedensten Schmarotzerpilze (vgl. bei den Bakterien, Hefen) sind, sind auch mit epizoischen Algen bedeckt gefunden worden. Reinsch fand Dactylococcus Hookeri Reinsch 1872 bei Erlangen, darauf Dactylococcus De Baryanus Reinsch mit breiteren, kürzer gestielten Zellen regelmässig und alljährlich an denselben Orten, dem Cyclops bicaudatus aufsitzend. „In unglaublicher Menge findet sich jedes Frühjahr in Gräben, die, von Sphagnen umsäumt, an der Ostseite des Bischofsees bei Erlangen im Walde sich erstrecken, dieser Cyclops, wohl jedes Thierchen mit einer grösseren oder kleineren Anzahl Pflänzchen bewachsen. Jedes aus dem Graben geschöpfte Liter Wasser enthält Hunderte dieser Thierchen, von denen die am dichtesten bewachsenen schon mit blossem Auge durch ihre grünliche Färbung kenntlich sind. Zunächst beobachtete ich den Dactylococcus De Baryanus wieder, auf einer anderen, etwas kleineren Cyclopsart wachsend, in Gräben des Waldgebietes wenige Meilen westlich vom Südende des Michigansees und darauf in dem Röhrenwasser der Stadt Boston, welches vom Cochituatasee mittelst eines Druckwerkes geleitet wird. Am 20. Juni waren die meisten der untersuchten Thierchen (Cyclops bicaudatus und eine Lepidurusspecies) an dem letzteren Orte mit dem Dactylococcus besetzt . . ." Die Dactylococcus-Schwärmer setzen sich in Form amöboider Zellen an die Krebschen an und es bleiben die daraus erwachsenden Pflänzchen während der ganzen Lebensdauer des Thieres vermittelst der wie bei Oedogonium und Characium fussförmig verbreiterten Zellbasis verwachsen, ohne irgend welchen nachtheiligen Einfluss auf das bewachsene Thier. Reinsch vermuthet, dass diese epizoischen Algen im mittleren Deutschland (im April und Mai) überall anzutreffen seien.

§ 219. Erosionen des Schildkrötenpanzers ruft bei der europäischen Schildkröte, Emys europaea, nach den Beobachtungen Peter's, eine Alge, Dermatophyton radicans Peter, hervor, während eine andere Anzahl von Algen nach Bornet und Flahault Zerstörer der Molluskenschalen sind. Es sind dies die Chlorophyceen und Schizophyceen: Mastigocoleus testarum, Plectonema terebrans, Phormidium incrustatum, die sich erst in der Epidermis der Muschelschalen ausbreiten, dann Fäden in den Kalk der Muschelschale hineintreiben, die nach und nach durch die Alge völlig zer-

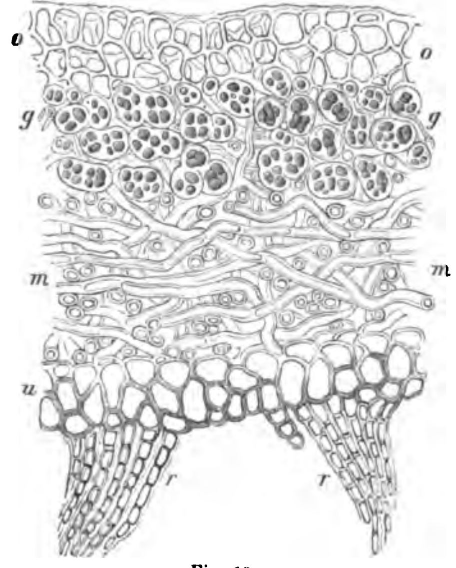


Fig. 13.

Querschnitt durch einen Flechtenthallus (von Sticta) nach Sachs. (500). — o obere Rindenschicht, g die Gonidien, m die Markschicht, u untere Rindenschicht, rr Haftfasern.

stört wird. Auch Bakterien (Micrococcus conchivorus Noll.) und die Fadenpilze Ostracoblabe implexa und Lithopythium gangliiforme vermögen die Schalen zu zerstören.

Die Flechten oder Algenpilze, Lichenes.

§ 220. Weit inniger als in den Aggregationsarten („Consortien") der meisten Phytozoën oder Algenthiere ist die Symbiose zwischen Algen und Pilzen gediehen in den Flechten oder Lichenen, die man früher als eine einheitliche, selbständige Abtheilung der niederen Kryptogamen, der Thallophyten betrachtete. Morphologisch

unterschied man von jeher als Flechten diejenigen Thallophyten, deren Lager (Thallus) aus einer Verbindung von gegliederten Fäden (Hyphen) und chlorophyll- oder phycochromhaltigen Zellen (Gonidien) besteht, deren Fruchtkörper aber mit denen der Ascomyceten und einiger Basidiomyceten die grösste Uebereinstimmung zeigen. Durch die Untersuchungen der Neuzeit — in Deutschland vor Allen durch Schwendener — ist der Nachweis geliefert, dass die Flechte ein Consortium von Pilzen mit gewissen Algen (den Gonidien) darstellt, aus welchem die Alge zwar sonst auch frei zu leben vermag, der Pilz aber in den meisten Fällen nur mit der Alge (im Verhältniss gegenseitiger Förderung) zu gedeihen vermag. Es sind so jene Aggregationsarten entstanden, die durch ihre bestimmten Formverhältnisse ihre Zusammensetzung verbergen, die so charakteristische Gestaltungen zeigen, dass es bis in die Neuzeit Lichenologen gab, welche von der dualistischen Natur der Flechten nichts wissen wollten und allem „Schwendenerismus“ zum Trotz die Einheit der Flechten behaupteten.

Die Flechten treten bald in unscheinbaren Krusten auf, bald mit laub- und strauchartigem Thallus auf kompaktem Gestein, an der Baumrinde (wie die in fusslangen Bärten von den Zweigen der Wettertannen herabhangende Usnea longissima und Bryopogon jubatum etc.), bald auf der nackten Erde, wie das bekannte „Isländische Moos“ (Cetraria islandica), die Rennthierflechte (Cladonia rangiferina), die Schildflechte (Peltigera) und der gerade auf dem sterilsten Waldboden so häufige Baeomyces roseus, dessen Früchte kleine, gestielte, rosen- bis mennigrothe, zierliche Köpfchen in dichten Rasen bilden.

Man hat die Flechten mit Recht als die Pioniere des Pflanzenreiches bezeichnet, da sie durch Ausscheidung von Säuren das härteste Gestein zernagen und verwittern helfen und so einen Untergrund bilden, auf dem sich zuerst Moose, dann die höheren Glieder der Pflanzenwelt ansiedeln. Wo auch immer ein Stein, eine frische Felsfläche der Luft einige Zeit ausgesetzt ist, da sehen wir sie bald bedeckt, zunächst mit einfachen, unscheinbaren, weissgrauen, grünlichen und schwärzlichen Krustenflechten, dann mit Laub- und Strauchflechten. Sie sind es auch, welche, bevor andere Pflanzen sich ansiedeln können, den sterilen Waldboden urbar machen und ihm (wie man sich an einem von wenig begangenem Wege abgehobenen Erdstücke leicht überzeugen kann) die charakteristische graugrüne, schwärzliche, röthliche Färbung verleihen, bis dann der zierliche, rothköpfige Baeomyces, Cladonien und andere Flechten

sich einstellen und den Boden für die ersten Moosvorkeime (von Polytrichum, Hypnum, Dicranum etc.) vorbereiten. Bezüglich der felsauflösenden Wirkung sind die Kalkflechten von besonderem Interesse, welche E. Bachmann in epilithische und endolithische unterschieden hat. Bei den ersteren befindet sich der mit deutlich gesonderter Rinden-, Gonidien- und Markschicht ausgestattete Thallus ausserhalb des Kalkes; im Kalk sind nur die rhizoidalen Hyphen. Der Thallus der endolithischen Kalkflechten ist dagegen völlig im Gestein verborgen, nicht nur seine Rhizoiden-, sondern auch seine Gonidien- und Rindenschicht. Selbst die Apothecien entstehen bei ihnen im Innern des Steines und durchbrechen, erst wenn sie eine gewisse Grösse erreicht haben, die über ihnen ausgebreitete Kalkdecke. Die Höhlen, welche zur Beherbergung der Gonidiengruppen etc. dienen, setzen sich meist bis an die Oberfläche des Steines fort und sind dann an ihrem Aussenende von den Hyphenknäueln der Rinde pfropfartig verschlossen. Dass es sich bei diesen endolithischen Kalkflechten (Staurothele rupifraga Mass., Sarcogyne pruinosa Smft., Jonaspis melanocarpa Kremph., J. Prevostii Arn., Sporodictyom clandestinum Arn., Aspicilia flavida Hepp., Amphoridium Hochstetteri Fr., Lecidea coerulea Kremph. etc.), welche millimetertief unter dem Gestein ausgebreitet sind, wie auch bei den epilithischen, deren Rhizoiden bis weit über 3 mm in das Gestein eindringen, um eine Zernagung des Gesteins, nicht um eine nachträgliche Ausscheidung des Kalkes durch die Flechte selbst handelt, hat Bachmann durch Dünnschliffe und eingehenderes Studium an 14 endolithischen und 5 epilithischen Flechten unzweifelhaft festgestellt. Auch die Rindenflechten, die der Rinde unserer Bäume oft ihr charakteristisches Aussehen verleihen, z. B. bei der Weissbuche Verrucaria, Graphideen etc., kommen theils unter dem Substrat, theils darauf zur Entwicklung (hypophlöodische und epiphlöodische).

Das Vorkommen der Flechtenpflanzen an trockenen Felsen (wo Algen allein nicht gedeihen) und auf unorganischem Untergrund, auf dem Pilze allein sich nicht zu entwickeln vermögen, wird nur durch die Vereinigung der beiden Elemente ermöglicht. Der Pilz saugt die Luftfeuchtigkeit auf, so dass die Alge, geschützt durch die Rindenschicht, stets die ihr unentbehrliche Wassermenge vorfindet; die Alge nährt durch ihre Assimilation den Pilz. Des Näheren stellt sich Beyerinck auf Grund seiner Kulturergebnisse bei gesonderter Reinkultur des Pilzes und der Alge von Physcia

parietina den Doppelparasitismus so vor, dass die Alge von dem Ascomyceten Peptone erhält und diesem dafür Zucker zurück giebt. Der Ascomycet ist ein Ammonzuckerpilz. Zucker und Ammonsalz erzeugen neben dem Pilzprotoplasma und innerhalb desselben Peptone, welche nach aussen diffundiren und zusammen mit der Kohlensäure das Wachsthum und die Zuckerbildung der Alge (bei Physcia parietina ist dies Cystococcus humicola) ermöglichen.

§ 221. Die Gonidien der Flechten gehören im Allgemeinen, den einzelnen Flechtenspecies entsprechend, je einer bestimmten Algenspecies an und können die Flechten nach der Zugehörigkeit ihrer Algengonidien in folgende Abtheilungen gebracht werden:

1. Archilichenen (Algen, den chlorophylhaltigen Palmellaceen angehörig). Hierher gehört die Mehrzahl der Flechten. Sehr häufig bildet Cystococcus humicola Nag. die Gonidien, z. B. bei Physcia, Parmelia, Usnea, Bryopogon, Evernia, Cladonia. Pleurococcus vulgaris Menegh. bildet die Gonidien von Endocarpon pusillum Hedw., Thelidium minutulum Körb. etc. Stichococcus bacillaris Näg. für Polyblastia rugulosa Mass. etc. Dactylococcus infusionum Näg. für Solorina, Nephroma, Psoroma.

2. Sclerolichenen mit goldgelben Gonidien von Tentrepohlia oder Chroolepus, also Cladophoraceen.

Für die Schriftflechten (Graphis, Opegrapha etc.), Verrucaria nitida, Roccella phycopsis etc., liefert die auf Baumrinde häufige Tentrepohlia (Chroolepus) umbrina (Ktzg.), für Gyalecta cupularis die Veilchenalge T. (Chr.) Jolithus, für Byssocaulon niveum, Coenogonium Linkii etc. T. (Chr.) flava, für Coenogonium confervoides Tr. villosa, für Sticta glomulifera Ach. vermuthlich Ulothrix (Hormidium) die Gonidien. Hierher gehören ferner die Gattungen von Roccella, Lecanora, Aspicilia, Lecidea, Jonaspis, Arthonia, Lecanactis, Chiodecton, Stegmatidium.

3. Phycolichenen (Algen den phycochromhaltigen Nostocaceen angehörig. Den Gattungen Nostoc, Polycoccus und vielleicht auch Cylindrospermum). Hierher gehören die Gallertflechten Collema. Leptogium etc., ferner Peltigera (Polycoccus punctiformis), Stereocaulon (Cephalodien), Stictina, Pannaria brunnea etc. (dagegen nicht P. hypnorum).

4. Glöolichenen (Algen, den Chroococcaceen angehörig). Hierher gehört die Hymenolichenengattung Cora; von Ascolichenen:

Synalissa, Pyrenopsis, Paulia, Omphalaria, Enchylium, Psorotrichia, Telochroa, Stereocaulonarten (Cephalodien), Verrucaria halodytes Nyl. (Alge Gloeocapsa crepidinum).

5. Byssolichenes. Phycochromhaltige Fadenalgen (Sirosiphoneen, Rivulariaceen, Scytonemaceen) bilden die Gonidien.

Die Sirosiphoneengattungen Stigonema und Sirosiphon bilden die Gonidien bei Ephebe pubescens (L.), Spilonema paradoxum Born., Lichenosphaeria Lenormandi Born., Stereocaulon furcatum (Fr.) (Cephalodien).

Rivulariaceen bilden die Gonidien von Lichina confinis Ag. (Calothrix pulvinata Ag. und C. scopulorum Ag.), Lichina pygmaea Ag. (Rivularia nitida Harv.), Thamnidium Willeyi Tuckerm., Racoblenna.

Scytonemaceen bilden die Gonidien der Hymenolichenen Rhipidonema, Dictyonema, Laudatea, und der Ascolichenen Pannaria triptophylla Nyl. (var. nigra: Alge Scytonema Kuetzingianum Naeg.), P. fabellosa, P. hypomelaena Nyl., Heppia, Erioderma, Poroscyphus, Stereocaulon ramulosum Sw. (Cephalodien).

6. Nematolichenen. So nennt Fries die Flechten, bei denen rein grüne, confervaceenartige Fadenalgen das Consortium bilden helfen. Hierher gehören die Flechtengattungen Coenogonium und Cystocoleus.

Dass auch Mycoidea und Phyllactidium Kütz. gelegentlich Flechten bilden (Opegrapha filicina Mont.) wurde bei der Gattung Mycoidea bemerkt.

Nahe verwandte Flechten haben hiernach meist auch die gleichen Gonidienformen, doch ist dies nicht immer der Fall. So hat z. B. Pannaria flabellosa die Conidien von Scytonemeen, P. plumbea, P. rubiginosa von Chroococcaceen, P. brunnea von Nostoc, P. hypnorum von Palmellaceen. Es können sogar innerhalb derselben Flechtenspecies verschiedene Algen vicariren oder auch neben einander vorkommen. Bonnier konnte bei ein und derselben Parmelia Protococcus viridis durch botryoides ersetzen und sogar durch Tentrepohlia (Chroolepus) Jolithus. Bei Mangel entsprechender Algen knüpften die Flechtenpilze sogar mit den Vorkeimen (dem Protonema) der Moose Verbindungen an. So beobachtete Bonnier die Keimung der Physcia parietina auf den Fäden des Protonema von Hypnum cupressiforme und Mnium hornum. Bornet fand bei Pannaria muscorum Scytonema neben Gloeocapsa, bei Lichina confinis Rivularia neben Gloeocapsa, bei Heppia urceolata Naeg. gelbgrüne Palmellaceen neben

blaugrünen Gonidien, bei Sticta glomulifera Ach. Palmellaceen neben Nostocschnüren. Forssell hat in einer besonderen Arbeit (Flora 1884) die bekannten Fälle zusammen gestellt, bei denen mehrere Gonidien in derselben Flechte gefunden wurden. Gebilde, bei denen andere als die normalen Gonidien der Species auftreten, werden als Cephalodien bezeichnet. Forssell hat für ca. 100 Arten aus 12 verschiedenen Gattungen Cephalodienbildung angegeben. So finden sich dieselben z. B. häufig bei Cladonien und Stereocaulonarten, ferner bei Lecidea (bei L. panaeola Ach. und L. pelobotrya [Wahlenb.] fand Forssell, wie in mehreren anderen Fällen, zweierlei Algen in den Cephalodien, eine Gloeocapsa und ein Stigonema).

Bei der ersten Gonidienbildung werden die Algen in sehr verschiedenem Grad durch den Pilz beeinflusst. Bei den Coenogoniumarten, Ephebe pubesceus, Spilonema, Lichenosphaeria, bleibt die Alge in ihrer Formgestaltung fast unbeeinflusst. Bei Coenogonium legt sich der Pilz meist, indem er dem Scheitelwachsthum des Algenfadens folgt, in dichtem Geflecht und reichlich anastomosirend dem Algenkörper dicht an, eine Art Hülle um dieselbe bildend, bei anderen begleiten die Pilzhyphen die Alge in deren Gallertscheide. Hier ist die Alge das formbestimmende Element, wie auch bei den Gallertflechten (Collemaceen). Fast gleich betheiligt sind Alge und Pilz bei den Schriftflechten (Graphideen), während bei der Mehrzahl der Flechten das Pilzelement die Oberhand hat und die Algen zu kaum noch als solche zu erkennenden Formelementen des Flechtenkörpers geworden sind. Auch bei nur gelegentlichem Zusammenleben mit Pilzen z. B. auf Polyporeen, Pezizaceen etc. lassen sich manche Algen von den Pilzen mehr oder weniger in ihrer Formgestaltung beeinflussen. So wird die Alge Stichococcus bacillaris Näg. auf verschiedenen holzig-korkigen Löcherschwämmen in ganz ähnlicher Weise durch die Hyphen dieser Pilze umgestaltet, wie sie Neubner aus dem Flechtenthallus der Calicieen beschrieben hat. Von Lagerheim hat diese Form als Stichococcus bacillaris b. fungicola unterschieden.

§ 222. Das Pilzelement in den Flechten gehört den bekannten Pilzabtheilungen an und zwar gehören die Flechtenpilze der weitaus grössten Anzahl der bekannten Flechten den verschiedenen Abtheilungen der Ascomyceten (besonders Discomyceten und Pyrenomyceten) an, erst in der Neuzeit haben Mattirolo und Johow Hymenolichenen in Westindien aufgefunden, die Gat-

tungen Cora, Rhipidonema, Dictyonema, Laudatea, deren Pilze den Hymenomycetengattungen Corticium und Telephora entsprechen (Cora Pavonia Fr. etc.). Massee hatte Emericella variecolor, Trichocoma laevispora und Trichocoma paradoxa Jungh. als Gasterolichenen (Pilze, den Gasteromyceten zugehörig) beschrieben, doch hat E. Fischer für Trichocoma nachgewiesen, dass der Pilz einer merkwürdigen Ascomycetengattung angehört, die in mancher Beziehung der ebenso sonderbaren Ustilagineenspecies Graphiola Phoenicis (Dattelbrand) nahesteht. Andere Flechten als Ascolichenen und Basidiolichenen sind zur Zeit nicht bekannt.

Bei der Mehrzahl der typischen Flechten finden sich Pilzelemente, die normal nur in dem Flechtenconsortium vorkommen, doch ist es Alfred Möller u. A., ebenso wie O. Brefeld bei den meisten parasititischen Pilzen, gelungen, eine Anzahl der hierher gehörigen Pilze auf künstlichen Nährlösungen frei weiter zu züchten und zum Theil sogar bis zur Sporenbildung zu bringen, so bei Arten von Lecanora, Pertusaria, Lecidea. Im Freien keimen die Sporen der Flechten zwar auch, die Keimschläuche kommen aber nur dann zur Weiterentwicklung, wenn sie geeignete Algen zur Symbiose vorfinden. In vielen Fällen ist die Flechten-Synthese aus den algenfrei erzogenen Pilzhyphen und reingezüchteten Algen nicht allein gelungen, sondern man hat diese künstlich erzielten Flechten auch bis zur Fruchtkörperbildung gebracht, wie man umgekehrt auch aus den Flechtengonidien die Algen bis zur Schwärmsporenbildung etc. weiter gezüchtet hat.

Die ächten Flechten haben mit den typischen zur Aggregationsspecies fortgeschrittenen Phytozoën (Hydra viridis etc.) zwar das gemein, dass auch ohne erneute Synthese die Art erhalten bleibt. Soweit dies bis jetzt bekannt ist, geschieht dies aber nur auf vegetativem Wege, indem Knäuel von Conidien und Hyphen, die „Soredien“, sich vom Flechtenthallus loslösen und neue Flechten bilden können. Dagegen hat man bisher noch keine Flechte aufgefunden, bei denen die Symbiose bei der Fortpflanzung durch die Sporen erblich sich fortsetzte, hier ist immer eine erneute Synthese nöthig, während, wie wir sahen, z. B. bei Hydra viridis auch die Eier die Conidien mit übernehmen. — Wie bei den Phytozoën giebt es auch bei den Flechtenpilzen ausserhalb der eben behandelten typischen Flechten, Fälle, bei denen der Pilz bald frei, bald flechtenbildend auftritt. Hierher gehören vermuthlich viele Calicieen und andere jetzt zu den Pezizaceen gestellte Pilze. Rehm

sagt: „Es ist allerdings richtig, dass ein grosser Theil der Calicieen einen wirklichen, mehr weniger kräftig entwickelten und schön gefärbten Flechtenthallus besitzt, dagegen ist dieser für die im Nachfolgenden (d. h. in den Pilzen von Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, I. Bd., III. Abth., S. 383 ff.) zu beschreibenden Arten nicht oder wenigstens nicht sicher als zugehörig nachweisbar, dieselben sind vielmehr entweder ächte Parasiten oder leben saprophytisch. Aus diesen Gründen müssen sie unter die ächten Discomyceten aufgenommen werden, denen sie beim Mangel von Flechtengonidien und bei gleichem Bau und gleicher Entwicklung völlig entsprechen."

§ 223. H. Zukal hat einige Fälle aus Niederösterreich beschrieben, in denen Pilze, die gewöhnlich mit Algen in Flechtensymbiose leben, allein als Saprophyten auftreten oder in denen saprophytische oder parasitische Pilze gelegentlich mit Algen zur Flechtenbildung sich vereinigen. Solche Halbflechten sind z. B.:

Paruephaedria Heimerlii Zuk. Der zu Bulgaria gehörige Pilz, der sonst als Saprophyt lebt, bildet auf Jungermannia quinquedentata und anderen Moosen, mit den darauf lebenden Algen (Cloeocapsa etc.) mikroskopische Flechtenschüppchen und gelangt daselbst gelegentlich auch zur Fruktifikation. Die 1—2 mm breiten, urnenförmigen, dann ausgebreiteten, trocken schwarz und hornartigen Fruchtkörper sind angefeuchtet knorpelig, durchscheinend, braun, in der Jugend mit einem in der Mitte durchbohrten Deckel, später mit etwa 45 μ breitem Kragen versehen. Asci 45—50 μ lang, 8—10 μ breit, mit 8 elliptischen Sporen (15—18 μ lang, 4—5 μ breit).

Gloeopeziza Rehmii Zukal lebt gleichfalls im Flechtenzustand auf Jungermannien, hat sehr winzige Fruchtscheiben, die seitlich von einer aus modifizirten Paraphysen bestehenden Hülle, oben von einer kuppenförmigen Gallertmasse begrenzt sind. Die Scheibe ist 100—150 μ hoch, 200 μ breit, röthlich durchscheinend. Asci 84—90 μ lang, 8—10 μ breit, 8 elliptische Sporen, 10—12 μ lang, 6—8 μ breit, enthaltend.

Nectria phycophila Zukal auf Hypheothrix Zenkeri, bildet 100—200 μ hohe, eiförmige Perithecien von anfänglich bläulichrother, dann bräunlichrother Färbung. Die gestielten Asci sind 50—60 μ breit, die 8 Sporen zweizellig, Zellen 15—16 μ lang, 6—7 μ breit.

Die Flechtenform Ephebella Hegetschweileri Itzigs. ist dagegen als solche zu streichen, da hier ein Pilz, Endomyces Scytonematarum Zuk., Algengallen bildet und die Algen tödtet (z. B. Scytonema alatum Borzi), also nicht mit denselben in Symbiose lebt.

Wie in den Cephalodien oft mehrere Algen sich die Symbiose mit Pilzen zu Nutze machen, so kann auch das Umgekehrte geschehen, indem neben den normalen Flechtenpilzen andere Pilze das Vorhandensein der Flechten ausnützen. Unter der grossen Menge der Flechtenparasiten, welche z. B. Rehm in der Kryptogamenflora von Deutschland aufführt, sind viele, die den Wirth, d. h. die Flechte allem Augenschein nach nicht schädigen, daher nicht mit vollem Recht den Namen Parasit führen dürften, so wenig als man jene Cephalodienalgen als Parasiten betrachtet.

Aufbau und Vermehrung der Ascolichenen. Die vegetative Vermehrung der Flechten erfolgt durch Soredien, zuweilen auch mittelst Zerbröckelns des ausgetrockneten Thallus in einzelne Stücke, die bei Wiederkehr feuchter Witterung sich durch Rhizinen befestigen und zu selbständigen Pflanzen werden. Die Soredien sind Gruppen von Algenzellen, welche, von Pilzhyphen umflochten, sich innerhalb der Conidienschicht des Thalus ablösen und durch Sprengung der Thallusrinde frei werden. Jedes Soredium kann unter günstigen Verhältnissen zu einem neuen Thallus werden. Geschieht dies noch auf dem alten Thallus, so entstehen „Soredialäste", z. B. bei Usnea barbata. An Orten, die zur Bildung eines Thallus ungünstig sind, können sich die Soredien unbegrenzt vermehren und ganze Ueberzüge auf Bretterzäunen, Baumrinde, Felsen bilden. Durch die weite Verbreitung und reichliche Entwicklung sind die Soredien, die ja die beiden Flechtenelemente enthalten, für die Erhaltung der Flechtenarten wichtiger als die Sporen. Die Hauptfruchtformen der Ascolichenen, die Asci (mit in der Regel 8 Sporen, die durch dreimalige Zweitheilung entstehen) werden in Apothecien bei den Discolichenen und in geschlossenen Perithecien bei den Pyrenolichenen gebildet (entsprechend den Discomyceten und Pyrenomyceten). Das Apothecium besteht meist aus der äusseren Hülle (Excipulum), dem den basalen Theil das Apotheciums bildenden, aus dichtem Geflecht zarter Hyphen bestehenden, vom darunter liegenden Mark deutlich getrennten Hypothecium, dem sich unmittelbar daran anschliessenden Hymenium, das durch Paraphysen und die Asci gebildet wird. Die Apothecien etc. werden den Früchten mancher anderen Pilze entsprechend aus ähnlichen

Initialen gebildet wie bei Mortierella und anderen Pilzen, die man fälschlich als geschlechtliche Ascogone früher betrachtete. Es besteht sodann eine strenge Sonderung zwischen den Hyphen, die die Paraphysen, und denen, die die Asci erzeugen. Sehr verbreitet sind bei den Flechten noch geschlossene Sporenfrüchte, die früher sogen. Spermogonien (z. B. an den Podetien der Cladoniaarten) mit einzelligen Conidien (Spermatien), welche nach Möller's Untersuchungen keimfähig sind. Mit grösseren Sporen versehene Behälter (Pycniden) finden sich bei wenigen Flechten (häufiger als die Apothecien bei Strigula). Freie Conidienträger werden von Bornet und Nylander für einzelne Arten von Flechten angegeben.

Bonnier konnte in der Flechte dreierlei Pilzhyphen unterscheiden: 1. dicke, verästelte, sich verzweigende, welche den conidienfreien Thallus bilden; 2. Klammerhyphen, die die Algenzellen umfassen, und 3. Tasthyphen, denen das Aufsuchen neuer Algen obliegt.

Der allgemeine Bau des Flechtenthallus lässt drei Theile unterscheiden: eine Rindenschicht, das aus mehr oder weniger dichten bis parenchymatischen Hyphen bestehende Mark und die Algen- oder Gonidienschicht, das gonimische Gewebe. Letzteres liegt entweder auf der Grenze zwischen Rinde und Mark und bildet eine mehr oder weniger dichte Schicht — der Thallus heisst dann homöomerisch — oder die Gonidienzellen sind ziemlich gleichmässig unter die Markzellen gemischt — der Thallus ist heteromerisch.

Bedeutung der Flechten für den Haushalt des Menschen.

§ 224. Die Flechten, welche nicht nur unsere Waldbäume oft dicht besetzen und ihnen ein altehrwürdiges Aussehen verleihen, sondern auch auf Felsen (die oft weithin die Felswände überziehende Schwefelflechte Coniocybe chlorina, die Landkartenflechte Rhizocarpon geographicum Verbr. etc.) und auf der Erde oft weithin in dichtem Vorkommen die einzige Vegetation bilden und dann das landschaftliche Gepräge einer Gegend wesentlich beeinflussen, sind eben wegen ihres dichten Vorkommens z. B. in den kältesten Gegenden des hohen Nordens, wegen ihrer geringen Ansprüche an das Substrat, an Wärme und Feuchtigkeit ein wichtiges, oft das einzige Nahrungsmittel für die Thiere und auch für den Menschen.

Die auch bei uns wachsende Rennthierflechte, Cladonia rangiferina Hoffm., bildet im hohen Norden die Hauptmasse der Vegetation und bedingt die Bewohnbarkeit dieser Gegenden.

Sie ist oft das einzige Futter der Rennthiere und dient mit anderen Flechten auch als Futter für Rindvieh und Schweine. Sie soll etwa den Nährwerth von 1/3 der gleichen Gewichtsmenge Kartoffeln haben. Im Norden bereitet man nach den Angaben von Sternberg in Stockholm seit 1866 auch Alkohol aus dieser Flechte und werden jährlich über eine Million Liter Alkohol daraus gewonnen. Die Flechtencellulose wird dabei durch verdünnte Schwefelsäure etc. erst in Zucker umgewandelt.

Cetraria islandica L., die isländische Flechte (isländisches Moos), wird wegen ihres hohen Gehaltes an Nährstoffen (1 Theil mit 23 Theilen heissen Wassers giebt nach dem Erkalten eine Nährgallerte, die hauptsächlich aus Lichenin, Flechten- oder Moosstärke gebildet wird) von den Isländern und Finnen als Nahrungsmittel gebraucht, in Form einer Grütze, die in Milch gekocht wird, sowie auch mit Roggenmehl gemischt als Brot.

Sphaerothallia esculenta Nees v. Es., die Mannaflechte, mit knollenförmigem, meist abgelöstem Thallus von bis 2,5 cm Durchmesser, der an der Oberfläche uneben bis korallenartig ausgewachsen ist und eingesenkt krugförmig vertiefte Apothecien trägt, ist gleichfalls essbar. Frank sagt von dieser in grosser Menge auf der Erde wachsenden und von der Krim bis zur Kirgisensteppe, in Kleinasien, Persien und Nordafrika verbreiteten Flechte Folgendes: „Die auf den Bergen getrocknete und von den Winden fortgeführte Flechte gelangt mit dem Wind und Regen in die Thäler oder wird auch in benachbarte Gegenden getrieben, wo sie dann bisweilen massenhaft gleichsam vom Himmel zu fallen scheint und den Mannaregen verursacht. Sie ist essbar und wird von den Tartaren ‚Erdbrot‘ genannt und zur Bereitung eines Brotes gesammelt. Trocken ist sie hart, feucht weich und lässt sich zu einem fast geschmacklosen Brei zerkauen. Nach Göbel's Untersuchung enthält sie 23 % Gallert, 65,91 % oxalsauren Kalk, 2,5 % Inulin und ausserdem stickstoffhaltige Bestandtheile. Pallas entdeckte diese Flechte 1769 in den Kirgisensteppen, wo sie stellenweise bis 15 cm hoch den Boden bedeckt. Später wurde sie von Eversmann und Ledebour ebendaher mitgebracht und genauer beschrieben. Solche Mannaregen haben sich in verschiedenen der genannten asiatischen Länder ereignet in den Jahren 1824, 1828, 1841, 1846, 1864. Von den in den drei letztgenannten Jahren gefallenen Mannaregen erhielten Miquel, Reissek und Reichardt Proben und erkannten sie als diese Flechte. Gleiches ist auch von der in der Krim und auf

Kreidebergen des Donflusses vorkommenden Mannaflechte erwiesen. 1847 sandte General Jussuf eine ähnliche essbare Flechte aus Algier, welche von Link als Jussufia edulis, später von Müller als Chlorangium Jussufii beschrieben wurde. Sie ist von jener durch geringere Grösse, weniger tiefe Risse, grössere Felder der Oberfläche und blassere Gonidien unterschieden. Reichardt vereinigte beide in dieselbe Species, die asiatische als var. Pallasii, die afrikanische als var. Jussufii. Diese Flechte soll auch die Manna der Israeliten gewesen sein und muss von der Manna der Wüste unterschieden werden, welche von Tamarix und Albagi Maurorum abstammt, weil letztere nicht zu Brot dient und keine Aehnlichkeit mit jener hat; Moses hat beide Stoffe zusammen geworfen, weil beide vom Himmel zu fallen scheinen."

Als Heilmittel findet von Flechten noch die Cetraria islandica Verwendung (mit ca. 3 % bitterem Extractivstoff und 44 % Lichenin) als Brustthee oder in Form von „Moosschocolade", Moospastillen etc. gegen Husten und zur Linderung bei Lungenschwindsucht (Lichen s. Muscus islandicus), wie in den peruanischen Anden die Thamnolia vermicularis Ach. wegen ihres Bitterstoffes unter dem Namen Contrayerba blanca gegen Magenkrankheiten dient. Früher waren noch officinell:

Imbricaria saxatilis Krbr. und Usnea barbata L. als Hirnschädelmoos, Muscus cranii humani (letztere auch als Muscus barbatus) gegen Epilepsie und Blutfluss.

Evernia prunastri Ach. als Muscus Acaciae und arborea, weisses Lungenmoos, gegen Lungenleiden, Muttervorfall, Austreten des Mastdarmes.

Sticta pulmonacea Ach. als Lungenmoos, Muscus pulmonarius, Herba pulmonariae arboreae gegen Lungenkrankheiten (nach Gmelin in Sibirien als Surrogat des Hopfens beim Bierbrauen).

Peltigera canina Hoffm. als Hepatica terrestris gegen den Biss toller Hunde.

P. aphthosa Hoffm. als Muscus cunatilis gegen das Mundschwämmchen der Kinder.

Unter den Flechten ist ebenso wenig wie unter den Algen eine für den Menschen giftige Art bekannt. Dagegen gilt die Cetraria juniperina Ach. als Fuchsgift und wird nach Fries als solches von den Bauern Herjedalens benutzt.

Wichtig sind die Flechten noch besonders wegen ihrer Farbstoffe,

deren bereits eine Anzahl technische Verwendung gefunden hat, während zahlreiche andere erst neuerdings durch wissenschaftliche Untersuchungen bekannt geworden sind. So hat E. Bachmann in 120 von ihm untersuchten Flechtenarten 5 grüne, 4 rothe, 6 braune Farbstoffe und 1 blauen Farbstoff (sämmtlich nicht krystallisirbar) aufgefunden. Die schwarze Färbung der Apothecien einer Anzahl von Krusten- und Laubflechten wird nach ihm von 8 verschiedenen Pigmenten (1 violetten, 1 blauen, 4 grünen, 1 rothen und 1 braunen) gebildet und dient vermuthlich als Schutzmittel. Von den technisch wichtigen Flechtenfarbstoffen sind besonders zu nennen: die Orseille, der Persio und der Lackmusfarbstoff.

Die meist in Teigform, seltener als Pulver in Handel kommenden Farbstoffe Orseille und Persio, deren sich besonders die Seidenfärberei zur Herstellung schöner rosarother und violetter Farbstoffe bedient, werden aus mehreren unscheinbaren, grauen, an Felsen wachsenden Flechten gewonnen, indem man diese, fein gegemahlen, mit Ammoniak, Pottasche versetzt und stehen lässt, bis sie (die zunächst ungefärbt sind) eine Purpurfarbe annehmen. Früher versetzte man die Flechten mit Harn, der durch Gährung erst Ammoniak bildete. Die Flechten enthalten verschiedene stickstofffreie, farblose Säuren: Erythrinsäure, Orseillsäure, Orseillinsäure etc., die sich leicht zersetzen und dabei Orcin etc. bilden. Das farblose, krystallisirte Orcin geht bei Gegenwart von Ammoniak, Sauerstoff und Wasser unter Stickstoffaufnahme in das Orceïn über, welches von Alkalien mit violettrother Farbe gelöst wird. Der Lackmus, welcher zur Färberei und als Malerfarbe häufig gebraucht wird, besonders auch für den Chemiker ein wichtiges Prüfungsmittel abgiebt (in Wasser aufgelöster Lackmus — Lackmustinktur — oder damit gefärbtes Lackmuspapier wird schon durch Spuren von Säuren roth, durch Basen blau gefärbt), wird gewonnen, indem durch Zusatz von Kreide, Gyps oder Pottasche etc. zu dem Orseillebrei der letztere verdickt wird. Der verdickte Brei kommt zu blauen Würfeln geformt und getrocknet als Lackmus in den Handel.

Die beste Orseille liefert die Roccella tinctoria DC., die ächte Färberflechte, die an Felsen der Canarischen Inseln (die jährlich ca. 2600 Ctr. liefern, wovon auf Ferro 800 Ctr. kommen), der Azoren, am Cap, in Ostindien, Mittel- und Südamerika wächst. Die canarische Orseille oder Kräuterorseille enthält etwa viermal so viel Farbstoff, als die Erdorseille. Die Orseille von Socotra oder die Shenneh besteht aus R. tinctoria und R. fuciformis DC.

Die Orseille aus Angola, Madagaskar, Ostindien aus R. Montagneï Bél., die kalifornische Orseille aus R. fruticosa Lauer, einer Varietät der R. fuciformis. Ochrolechia pallescens Krbr., die Parelleflechte, welche durch ganz Europa verbreitet an Baumstämmen, Felsen etc. vorkommt, liefert die Orseille von Auvergne, Erdorseille oder Parelle. Ochrolechja tartarea Kbr., die Lackmusflechte des nördlichen Europa (in Deutschland z. B. am Brocken häufig) liefert mit anderen, besonders aus Schweden kommenden Flechten (dem schwedischen Moos) besonders in Holland und England den rothen Indigo oder Persio oder Cudbear, ein violettes Pulver zum Färben von Wolle und Seide. Haematomma ventosum Mass. in den höheren Gebirgen Deutschlands kann gleichfalls zur Herstellung von Orseille und Lackmus verwendet werden. Der Lackmusfarbstoff, welcher besonders aus Roccella tinctoria und Ochrolechia tartarea, aber auch aus dem Saft einer Blüthenpflanze, des Lackmuskrautes (Tournesolpflanze), Crozophora tinctoria L. (auch zu Schminkläppchen, Turna solis, bizettis, sowie zum Färben des blauen Zuckerpapiers, des holländischen Käses verwendet), gewonnen wurde, kann jetzt auch auf synthetischem Weg dargestellt werden. — Auch eine Reihe anderer Flechten wird noch hie und da zum Färben verwendet, so die Verrucaria lactea Pers. zum Rothfärben, Candellaria vitellina Ehrh. zum Gelbfärben der Lichter u. s. w.

---

§ 225.

III. Kreis: Die Armleuchtergewächse, Charophyta,

welche bald als selbständige Abtheilung der Kryptogamen zwischen Thallophyten und Bryophyten gestellt, bald als Abtheilung der grünen Algen betrachtet wurden, sollen hier nach Migula als selbständige Abtheilung betrachtet werden.

Die Armleuchtergewächse, welche sowohl an Grösse als auch an Habitus, durch die quirlig an den Stengelknoten entwickelten (dem Stengel selbst aber gleich gestalteten) Blätter an Schachtelhalme wie auch an die den Blüthenpflanzen angehörenden Hornblattgewächsen, Ceratophyllum oder an Najas, Myriophyllum etc. erinnern, wachsen untergetaucht, gleich diesen, am Boden unserer Gewässer, besonders der Teiche und Seen, wo sie häufig den Boden in einen dichten grünen Wald verwandeln. Gleich den Moosen —

und den Süsswasserflorideen — bildet bei ihnen die Spore bei der Keimung einen Vorkeim, aus dessen einzigem Blattquirl die eigentliche Armleuchterpflanze entspringt. Nach unten entsendet diese Wurzeln, weisse dünne Fäden mit nicht quirlig, sondern büschelig entspringenden Seitenwurzeln, nach oben den grünnen Stengel, dessen bis 20 cm lange Internodien ebenso wie die Blätter und Nebenblättchen aus je einer Zelle bestehen, in welcher eine Plasmaströmung schon bei schwacher Vergrösserung leicht wahrzunehmen ist. Im Innern der grossen Zellen (der grössten Zellen grüner Pflanzen) findet sich eine eng anliegende ruhende Protoplasmaschicht, in der die reihenförmig angeordneten Chlorophyllkörner liegen (die sich durch Zweitheilung vermehren). Auf diese ruhende folgt eine Plasmaschicht, die sich in einem geschlossenen, in der Längsrichtung der Zelle gelegenen Ringe bewegt, so dass ein aufsteigender, an der entgegengesetzten Seite der Zelle abwärts gerichteter Strom des kernhaltigen Plasmas entsteht. Da, wo die beiden entgegengesetzten Strömungen an einander grenzen, ist die indifferente Zone, die sich auch von aussen in Form zweier heller Längsstreifen (hell, weil hier keine Chlorophyllkörner liegen) erkennen lassen. Diese Rotation des Protoplasmas, die hier deutlicher als sonst irgendwo im Pflanzenreich zu sehen ist, ist jedoch nur bei den unberindeten Armleuchtern (Nitellaarten) gut zu beobachten.

Die Arten der Gattung Chara besitzen eine mehrzellige Stengelrinde, welche aber wiederum von besonderem Interesse ist. Sie entsteht nämlich, indem von den quirltragenden Knoten der Stengelzelle aus dicht anliegende Zweige allmählich das ganze Internodium von beiden Seiten aus rindenartig überziehen.

An den Blättern oder in deren Achseln stehen die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane (von ungeschlechtlichen sind nur vegetative Wurzelknöllchen bekannt): weibliche Sporenknöspchen (Archegonien) und männliche Organe (Antheridien). Erstere bestehen aus einer Eizelle, die von fünf schlauchförmigen, schraubenzieherartig gewundenen Hüllzellen krugförmig umschlossen ist, welch letztere an der Spitze bei den eigentlichen Charen in noch je eine, bei den Nitellen je 2 zu einem 5- oder 10zelligen Krönchen zusammentretende Zellen enden. Dieses Krönchen fällt zur Empfängnisszeit ab oder die Hüllzellen treten an der Spitze aus einander, um die befruchtenden Schwärmsporen eintreten zu lassen. Bei den Moosen werden diese durch Zucker, bei den Farnprothallien durch Apfelsäure chemisch angezogen und nach der Eizelle geleitet. Für die

Armleuchter ist zwar eine solche chemische Anziehung der Spermatozoiden durch die Eizelle auch wahrscheinlich, aber ihre nähere Ursache noch nicht ermittelt. Die Spermatozoiden sind spiralförmig gewundene Fäden mit zwei Cilien am Ende, denen der Torfmoose sehr ähnlich. Sie entstehen in längeren, durch Querwände in zahlreiche Zellen getheilten farblosen Schläuchen, welche in grösserer Zahl an einem kurzen Träger (Manubrium) auf der inneren Seite jedes der acht Oktanten („Schilder") des eine rothe Hohlkugel darstellenden Antheridiums gebildet werden. Bei der Reife der Schwärmer drängen die das Innere der Kugel knäuelartig erfüllenden Schlauchfäden die am Rand zierlich gekerbten (mit einer nach dem Manubriumansatz strahlig verlaufenden Skulptur versehenen) Schilder aus einander und die Schwärmer schlüpfen aus ihren Zellen aus. Die Eizelle wird durch die Befruchtung zur Spore.

Die Armleuchtergewächse, welche den sechs Gattungen: Nitella (z. B. N. flexilis), Tolypella (z. B. T. prolifera), Tolypellopsis (T. stelligera), Lamprothamnus (L. alopecuroidis), Lychnothamnus (L. barbatus) und Chara (z. B. Ch. foetida, fragilis, hispida) angehören, sind in etwa 150 Arten über die Erde verbreitet, wovon Migula in seinen „Characeen" (V. Bd. der Rabenhorst'schen Kryptogamenflora von Deutschland etc.) 51 europäische (41 deutsche) Arten beschreibt.

IV. und V. Kreis: Bryophyten und Pteridophyten und ihre Verwandtschaft.

§ 226. Den Armleuchtern schliessen sich entwicklungsgeschichtlich zunächst die Bryophyten oder Moose (Leber- und Laubmoose) an, bei denen aus der Spore ein (algenähnlicher) Vorkeim entspringt, aus welchem die eigentliche Moospflanze hervorsprosst. Letztere bildet gleich den Armleuchtergewächsen Archegonien und Antheridien. Die durch die Spermatozoiden der letzteren befruchteten Eizellen der Archegonien werden aber nicht zur Spore, sondern erzeugen die ungeschlechtliche Fortpflanzungsform, die sporenbildende Mooskapsel mit ihrem Stiel.

Auch bei der III. Abtheilung der Kryptogamen (welche in Thallophyten, Bryophyten und Pteridophyten zerfallen), bei den Farnpflanzen oder Pteridophyten entsteht bei den niederen

Formen der Schachtelhalme (Equisetaceen) und Farne im engeren Sinne (Filicineen) aus der ungeschlechtlichen Spore eine Geschlechtspflanze, das lappenförmige, bis 1 cm grosse Prothallium mit Archegonien und schwärmsporenbildenden Antheridien. Aus der befruchteten Eizelle der ersteren geht auch, wie dort, die ungeschlechtliche, sporenbildende Pflanze hervor, die aber bei den Moosen nur aus Stiel und Sporenkapsel (Sporangium) bestand, hier dagegen die eigentliche, in gefässführende Wurzeln, Stamm und Blätter gegliederte Hauptpflanze darstellt, die in der Vorzeit zu mächtigen Bäumen heranwuchs, in der Gegenwart aber, von den tropischen Baumfarnen abgesehen, nur von krautartigen Arten vertreten wird. An ihr werden (bei den Farnen meist auf der Rückseite blattartiger Wedel, bei den Schachtelhalmen in besonderer Fruchtähre) die Sporangienhäufchen gebildet, deren einzelne Sporangien (bei den Farnen mit Verdickungsring) den Mooskapseln entsprechen und, wie diese, erst wieder Sporen (bei Equisetum mit von der Aussenmembran gebildeten Schleudern oder Elateren) bilden. Bei den höheren Pteridophyten, den Bärlappen oder Lycopodiaceen (Lycopodium, Selaginella, Isoëtes) und den Wurzelfarnen oder Rhizocarpeen (Selaginella, Marsilea, Pilularia) hat eine noch weitergehende Reduktion der Geschlechtspflanze, des Prothalliums und eine weitere Differenzirung der eigentlichen Sporenpflanze stattgefunden, in welch' letzterer bereits zweierlei Sporen für die Bildung männlicher und weiblicher Prothallien zur Entwicklung kommen, die Makrosporen und Mikrosporen. Bei diesen letzten Abtheilungen der Kryptogamen finden auch die Phanerogamen oder Blüthenpflanzen durch ihre niedrigsten Glieder, die Gymnospermen, einen natürlichen Anschluss.

Register.

A.

B.

C.

D.

E.

G.

H.

I.

J.

M.

N.

O.

P.

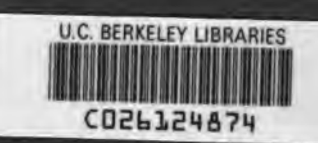
Q.

R.

T.

X.

Z.


U.C. BERKELEY LIBRARIES
C026124874



